

VESIHALLITUS—NATIONAL BOARD OF WATERS, FINLAND

Tiedotus

Report

156

TIMO PARKKINEN

VESIENSUOJELUN JA KANSAN- TALouden VÄLISET YHTEYDET

HELSINKI 1978

ISBN 951-46-3595-7
ISSN 0355-0745

VESIENSUOJELUN JA KANSANTALouden VÄLiset YHTEYDET

SISÄLLYS

	sivu
1. Johdanto	5
2. Vesiensuojelutoiminta kansantalouden teoriassa	6
3. Ympäristön laadun ja ympäristönsuojelun huomioon- ottaminen kansantalouden tilinpidossa	11
4. Vesistöjen kuormitus ja vesiensuojelukustan- nusten synty kansantalouden tuotantorakenteen kannalta tarkasteltuna	23
4.1 Tarkastelukehikko	24
4.2 Tarkastelukehikon täsmennys ja rajoitukset	32
4.3 Osittainen sovellutus Suomen kansantalouden rakenneanalyysiin	40
4.4 Tulosten tarkastelua	48
5. Vesiensuojelukustannusten kansantaloudelliset vaikutukset	55
5.1 Yleistä	55
5.2 Kustannusten arvioimisesta	56
5.3 Kustannusvaikutusten arvioimisesta	59
5.31 Esimerkkejä arviointimenetelmien käytöstä muissa maissa	63
5.311 Hollanti	64
5.312 Italia	65
5.313 Japani	66
5.314 Yhdysvallat	67
5.315 Norja	69
5.316 Yhteenvedo käytetyistä menetelmistä	70
5.317 Mallien antamista tuloksista	73
5.32 Arviointimenetelmien soveltamisesta Suomessa	75
5.321 Nykyinen tilanne ja tulevaisuudennäkymiä	75

5.322	Laskentakoe kansantaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi KESSU-mallilla	76
5.322.1	Lähtötietojen arviointi	77
5.322.2	KESSU-malliin tehdyt muutokset	92
5.322.3	Mallin antamat tulokset	94
5.323	Johtopäätöksiä ja suosituksia	97

LÄHDELUETTELO	99
---------------	----

LIITE: Kansantalouden ennustamis- ja suunnittelusysteemi "KESSU"

1. JOHDANTO

Vesiensuojelun tavoitteita on enenevässä määrin alettu asettaa kokonaisvaltaisen kustannus-hyötyanalyysin tulosten perusteella. Tavoitteiden mukaisten vesiensuojeluohjelmien toteuttamista rajoittaa kuitenkin usein - kustannusten ja hyötyjen vertailun tuloksista riippumatta - kansantalouden eri toimintojen välinen kilpailu niukoista voimavaroista. Vesiensuojeluinvestoinneista tingitään helposti niin sanottujen tuotannollisten investointien hyväksi, joiden positiiviset vaikutukset saadaan paremmin näkyviin kansantalouden perinteellisen kuvausjärjestelmän keinoin.

Tässä työssä valotetaan vesiensuojelutoiminnan asemaa kansantalouden teoriassa ja esitellään menetelmiä, joiden avulla muun muassa vesiensuojelu ja sen tulokset saataisiin asianmukaisesti liitettyksi keskeiseen kansantalouden kuvausjärjestelmään, kansantalouden tilinpitoon. Lisäksi tarkastellaan panos-tuotosmenetelmän avulla kansantalouden tuotantorakenteen vaikutuksia vesistökuormituksen syntyyn ja vesiensuojelukustannusten kohdentumiseen.

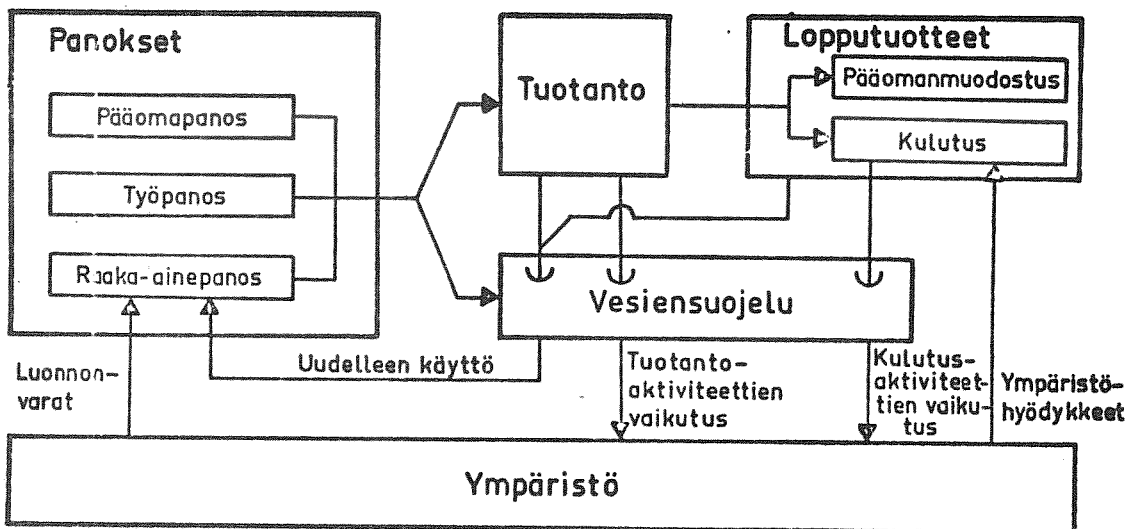
Työssä tutkitaan myös vesiensuojelukustannusten kansantaloudellisia vaikutuksia esittelemällä eräissä maissa käytettyjä menetelmiä kustannusvaikutusten arvioimiseksi sekä tekemällä osittain näitä menetelmiä soveltaen laskentakoe vesiensuojeluinvestointiohjelman kokonaistaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi Suomessa. Laskentakoe tehtiin valtiovarainministeriön ennustamis- ja suunnittelumallin, KESSUN avulla. Valtiot.kand. Eeva-Liisa Kaski teki malliin tarvittavat muutokset, vastasi mallin käytöstä laskelmissa ja tulkitsi laskelmien tulokset. Hän kirjoitti myös KESSU-mallia esittelevän liitteen.

Työ on tehty vesihallituksen KVT-projektin kolmannessa osaprojektissa, jonka tutkimusaiheena on ollut kustannus-hyötyanalyysimenetelmien kehittäminen vesiensuojelutoimenpiteiden kokonaistaloudellisen tehokkuuden arvioimiseksi.

2. VESIENSUOJELUTOIMINTA KANSANTALouden TEORIASSA

Yksi kansantalouden perusongelmista on voimavarojen mahdollisimman tehokas jakaminen vaihtoehtoiisiin käyttötarkoituksiin. Kansantaloudessa on kunakin ajankohtana tietty määrä pääomaa, työvoimaa, raaka-aineita ja välituotteita, joita yhdistellään erilaisissa tuotantotoiminnoissa kysyntää tyydyttävän tuotoksen aikaansaamiseksi. Ympäristöstä saadaan lisäksi suoraan tietty hyödykevirta, joka sisältää pääosin materiattomia hyödykkeitä (muun muassa kauniit maisemat ja puhtaan vesistön suomat virkistysmahdollisuudet). Tämän hyödykevirran suuruus riippuu paljolti ympäristön laadusta, jota taas tuotanto- ja kulutustoiminnot osaltaan säätelevät.

Kuva 1 havainnollistaa vesiensuojelutoiminnan merkitystä kansantaloudessa voimavarojen kohdentamisen kannalta.



Kuva 1. Vesiensuojelun vaikutus kansantalouden voimavaroihin ja niiden kohdentamiseen. Vesiensuojelutoimet vaativat panoksikseen osan kansantalouden pääomasta, työvoimasta ja raaka-aineista. Samalla ne kuitenkin lieventävät tuotanto- ja kulutusaktiiviteettien haitallisia vaikutuksia, mikä lisää toisaalta käytettävissä olevien raaka-aineiden ja toisaalta ympäristöstä suoraan kulutukseen saatavien hyödykkeiden määrää. Vesiensuojelun osana voidaan pitää myös joidenkin tuotantoprosessissa syntyvien aineiden sekä pääoma- ja kulutustavaroiden uudelleen käyttöä, mikä lisää raaka-ainevaroja.

Vesiensuojelu voidaan kansantaloudessa katsoa tuotantosektoriksi, jossa yhdistellään voimavaroja puhtaamman ympäristön tuottamiseksi. Vesiensuojeluun käytettävien voimavarojen määrä riippuu yhteisön arvostuksista, jotka näkyvät muun muassa lainsäädännössä, ja jotka perustuvat vesien pilaantumisen aiheuttamista haitoista saatuihin tietoihin ja arvioihin.

Tuotanto- ja kulutustoimintojen vaikutukset suoraan ympäristöstä saatavien hyödykkeiden määrään ja laatuun liittyvät suurelta osin kansantalouden teoriassa tunnettuun ulkoisten vaikutusten käsitteeseen. Niin kauan kuin taloussubjektin toiminta aiheuttaa esimerkiksi vesien pilaantumisenä ilmeneviä ulkoisia vaikutuksia, joita sen ei tarvitse ottaa toiminnassaan täysimääräisesti huomioon, ei kansantalouden voimavarojen kohdentumista säätelevä hintamekanismi voi toimia moitteettomasti. Vesiensuojelu johtaa osaltaan näiden ulkoisten vaikutusten sisäistämiseen, kun suojelutoimenpiteiden ja kompensatioiden tarve määritellään kaikenlaisten pilaantumisen aiheuttamien haittojen perusteella.

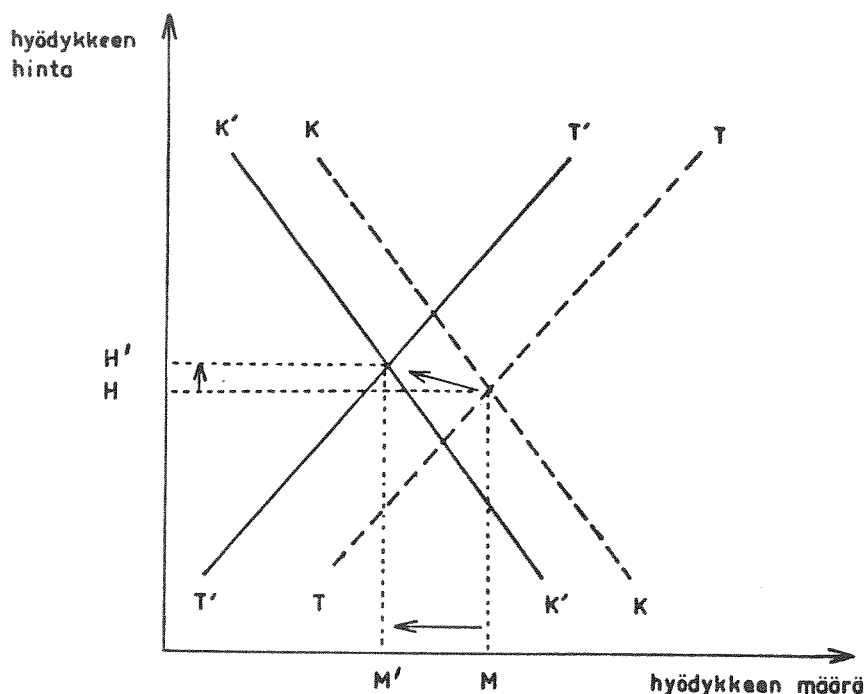
Vesiensuojelun ja pilaantumisen kustannukset pyritään yleisesti jakamaan aiheuttamisperiaatteen (Polluter Pays Principle) mukaan. Periaate tarkoittaa sitä, että ympäristön pilaantumisesta ja tämän estämisestä ja vähentämisestä syntyvät kustannukset tulevat pilaa-
jan maksettavaksi. Näihin kustannuksiin sisältyy toisaalta kompensatio pilaantumisen aiheuttamasta vahingosta, toisaalta ympäristönsuojelutoimenpiteiden kustannukset.

Julkinen sektori on kuitenkin usein ympäristönsuojeluohjelman alkuvaiheessa poikennut periaatteesta kohtuuttomien rasitusten välttämiseksi ja nopeuttaakseen ympäristön tilatavoitteen saavuttamista. Julkisella tuella (aiheuttamisperiaatteesta poikkeamisella) pyritään tällöin estämään muun muassa haitalliset muutokset työllisyydessä ja tuotantotoiminnan alueellisessa jakautumassa.

Pitemmällä aikavälillä aiheuttamisperiaatetta on suositeltu käytettäväksi mahdollisimman vähin poikkeuksin (OECD 1975a). Suositusta on perusteltu muun muassa sillä, että periaatteen noudattaminen johtaa voimavarojen tehokkaampaan kohdentamiseen.

Voimavarojen tehokas kohdentaminen vaatii sen, että tavaroiden ja palvelusten tuottamisen näkyvät kustannukset heijastavat niiden tuotannossa käytettyjen voimavarojen suhteellista niukkuutta. Tämä vaatimus täytetään ulkoisten vaikutusten sisäistämällä: toimintojen ja tuotteiden kustannuksiin lasketaan markkinoilla näkyvien välittömien kustannusten lisäksi myös muun muassa ne kustannukset, jotka syntyvät ympäristön pilaantumisesta tai tämän estämisestä. Kun ympäristön käytöstä (pilaamisesta) tulee maksullinen panos tuotannossa, ja tämän panoksen hinta siirtyy (yleensä, osittain tai kokonaan) kuluttajan maksettavaksi, tuottajat ja kuluttajat ottavat toiminnassaan huomioon myymiensä ja ostamiensa hyödykkeiden yhteiskunnalliset kustannukset.

Voimavarojen tehokkaan kohdentamisen ja ulkoisten vaikutusten suhdetta voidaan havainnollistaa yksinkertaisella kuviolla yhden hyödykkeen markkinoista (kuva 2).



Kuva 2. Hyödykkeen tuotannon optimaalinen määrä.

Esittäkööt kuvion 2 käyrät KK ja TT hyödykkeen kysyntä- ja tarjontakäyriä tilanteessa, jossa ulkoisia vaikutuksia ei ole otettu huomioon. Hyödykettä tuotetaan määrä M ja hyödykkeen hinta on H . Olkoon hyödyke sellainen, että sen tuottaminen ja kuluttaminen synnyttävät ulkoisia haittavaikutuksia, vaikkapa ympäristön pilaantumista. Kun nämä yhteiskunnalliset kustannukset otetaan huomioon, päästään käyrien $K'K'$ ja $T'T'$ muodostamaan asetelmaan. Hyödykettä tuotetaan nyt koko yhteisön kannalta optimaalinen määrä M' ja hyödykkeen hinta on H' . Ympäristön laadulle annettu merkitys sai aikaan sen, että pilaavaa hyödykettä tuotetaan mielellään vähemmän ja vapautuvia voimavaroja suunnataan muualle.

Aiheuttamisperiaatetta noudattamalla voidaan siis sisäistää ulkoisia vaikutuksia ja osaltaan varmistaa voimavarojen optimaalista jakoa eri käyttöihin. Tämä optimointimekanismi toimii tosin puutteellisesti niin kauan kuin ei voida lähestulkoonkaan täsmällisesti mitata ulkoisia vaikutuksia ja ympäristön pilaantumisen yhteiskunnallisia kustannuksia.

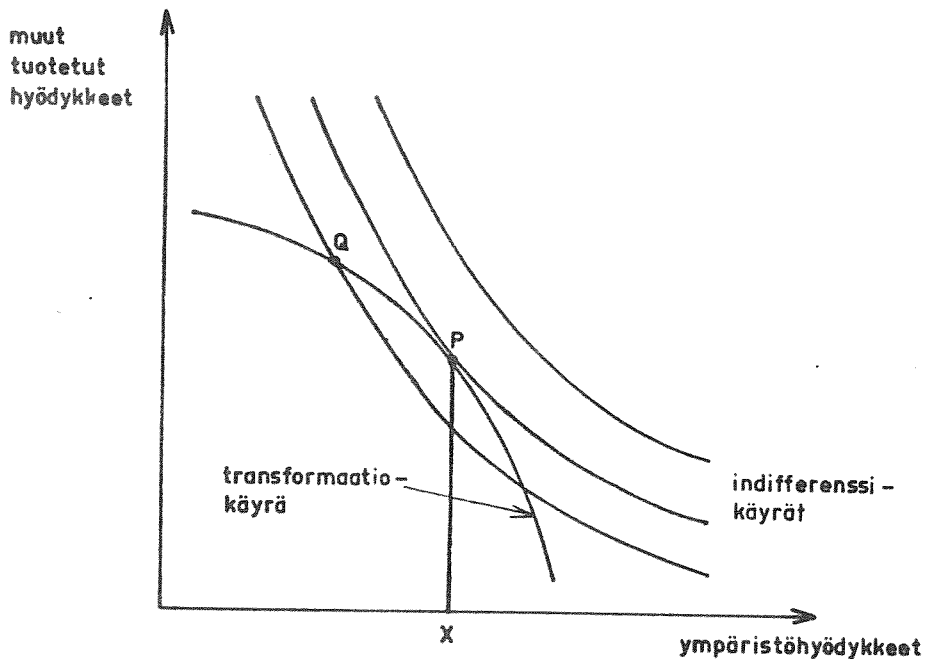
Mainittakoon vielä, että aiheuttamisperiaatteen noudattamisen resursseja kohdentava vaikutus ei poistu, vaikka pilaava yritys pystyisi siirtämään rasituksen hintoihinsa ostajan kannettavaksi.

Kun vesiensuojelu tarvitsee panoksikseen pääomaa, työtä ja erilaisia raaka-aineita, vesiensuojelukustannukset merkitsevät niukkojen voimavarojen siirtämistä vaihtoehtoisisista käyttötarkoituksista. Tästä näyttäisi olevan seurauksena kulutusmahdollisuuksien väheneminen. Mutta kun vesiensuojelun tulokset otetaan huomioon voidaan todeta, että tämä toiminta johtaa vain kulutuksen ja investointien rakenteen muuttumiseen: yksityisten hyödykkeiden tuotannon vähentämisen vastapainoksi tuotetaan enemmän pääosin julkista hyödykettä, parempaa ympäristöä.

Tämän hyödykkeen arvo yhteisön jäsenille on esteettisten arvojen ja virkistysmahdollisuuksien lisääntymisessä sekä ympäristön aiheuttamien terveydellisten haittojen vähenemisessä. Lisäksi ympäristönsuojeluohjelman tuotoksella on merkitystä myös tuotantohyödykkeenä. Ympäristön pilaantumisasteen väheneminen parantaa tuotantosektorin panoksia. Esimerkiksi korroosion vähenemisen seurauksena

koneiden ja laitteiden käyttöikä pitenee ja siis käytettävissä oleva pääomapanos kasvaa. Ympäristön laadun parantumisen myönteiset terveydelliset vaikutukset lisäävät käytettävissä olevaa työpanosta. Ympäristöstä saatava raaka-ainepanos kasvaa, kun luonnonvarat tulevat puhtaammassa muodossa jalostukseen. Lisäksi ympäristöään suojelevassa kansantaloudessa suurempi osa tuotanto- ja kulutustoiminnoissa hylätyistä tavaroista, aineista ja energiasta käytetään uudelleen tuotannon raaka-aineina.

Tätä hyödykevalikoiman rakenteen muutosta voidaan perustella ja havainnollistaa kuvan 3 avulla.



Kuva 3. Voimavarojen kohdentaminen optimaalisesti ympäristöhyödykkeiden ja muiden tuotettujen hyödykkeiden kesken.

Kuvan 3 transformaatiokäyrä osoittaa ympäristöhyödykkeiden ja muiden tuotettujen hyödykkeiden yhdistelmävaihtoehdot. Lisääntyvä tuotanto-toiminta on pilaavan vaikutuksensa vuoksi omiaan vähentämään ympäristöhyödykkeiden määrää. Kukin indifferenssikäyrä puolestaan näyttää sellaiset erilaisten hyödykkeiden yhdistelmät, joita yhteisössä pidetään samanarvoisina. Siirtyminen käyrästöllä ylemmälle indifferenssikäyrälle merkitsee yhteisön hyvinvoinnin kasvua. Voimavarojen optimaalinen kohdentamistapa löydetään etsimällä transformaatiokäyrältä piste, joka samalla sijaitsee mahdollisimman korkeata hyvinvointia osoittavalla indifferenssikäyrällä. Kuvassa tämä piste on P. Yhteisön kannattaa uhrata ympäristönsuojeluun voimavaroja määrä, jonka avulla voidaan tarjota ympäristöhyödykkeitä X:n verran. Ulkoisten vaikutusten puutteellisen huomioonottamisen vuoksi voimavarojen käyttö pyrkii painottumaan kohtuuttomasti muiden hyödykkeiden tuotannon hyväksi (piste Q), ja vesiensuojelussa on osaltaan kysymys tämän vääristymän korjaamisesta.

3. YMPÄRISTÖN LAADUN JA YMPÄRISTÖNSUOJELUN HUOMIOONOTTAMINEN KANSANTALouden TILINPIDOSSA

Kansantalouden tilinpidosta johdettuja kokonaissuureita käytetään niin yleisesti antamaan tietoa yhteisön jäsenten kulutusmahdollisuuksista ja hyvinvoinnista, että on syytä muistuttaa tilinpidon heikkouksista esimerkiksi vesivarojen, vesiensuojelutoimien ja näiden kustannusten kuvaajana.

Kansantalouden tilinpidolla kuvataan yhteisön taloudellista toimintaa. Tilinpidon on määrä antaa tieto siitä, millaisia taloudellisia hyödykkeitä ja kuinka paljon yhteisön jäsenillä on käytettävissään hyvinvointinsa lisäämiseksi. Toisaalta tileistä saadaan selville, mitkä ovat tämän hyödykevalikoiman rakenteen ja määrän muutokset ajanjaksoittain, ja miten muutosprosessi tapahtuu.

Suomessa kansantalouden tilinpito hoidetaan YK:n suositusten mukaisena. Standardisoidun kansantaloudellisen kuvausjärjestelmän rakenne on esitetty YK:n vuonna 1968 julkaisemassa teoksessa A System of National Accounts, Studies in Methods Series F, N:o 2, Rev. 3,

Department of the Economic and Social Affairs, Statistical Office of the United Nations (kts. myös Hjerppe ja Niitamo 1971). Järjestelmästä käytetään nimitystä (uusi) SNA. Suomessa ollaan parhaillaan siirtymässä tämän SNA:n uudistetun version käyttöön.

SNA:n ja yleensä kansantalouden tilinpidon kuvauksen kohteena on yhteiskunnan taloudellinen osajärjestelmä, ja tämäkin tietyllä tavalla rajattuna. Taloudellinen toiminta on nimittäin laajemmin määritellynä niiden ongelmien ratkaisemista, jotka syntyvät yritettäessä päästä haluttuihin tavoitteisiin niukkojen, useihin vaihtoehtoihin käyttöihin soveltuvien keinojen avulla. Taloudellisella toiminnalla pyritään toisin sanoen suuntaamaan voimavarat tavoitteisiin nähdessä mahdollisimman tehokkaasti. Kansantalouden tilinpidolla tyydytään kuitenkin toistaiseksi kuvaamaan tämän yhteiskunnan osajärjestelmän osaa: niitä rahassa mitattavissa olevia suureita, joita (yleensä) vaihdetaan markkinoilla.

Kansantalouden tilinpidosta puhuttaessa on aiheellista pitää mielessä ero itse tilinpidon ja näistä tileistä johdettujen aggregaattien välillä. Itse tilit antavat yksityiskohtaisen kuvan kansantalouden tilasta ja tapahtumista, ja niitä voidaan käyttää taloudellisen suunnittelun apuvälineinä. Aggregaatit taas ovat keino koota yksityiskohtaiset tiedot osoittimiksi, jotka auttavat meitä näkemään, kuinka hyvin asiat ylipäänsä ovat. Näitä aggregaatteja ovat muun muassa bruttokansantuote, nettokansantuote, kansantulo jne. Aggregaattien arvojen muodossa esitetään usein taloudellisen suunnittelun tavoitteet, joista perinteellisesti on ollut keskeisimpiä taloudellinen kasvu.

Kansantalouden tilinpidon menetelmiin (tästä lähtien puhutaan SNA:sta, siis markkinatalousmaissa käytetystä menetelmästä) kohdistettu kritiikki liittyy paljolti ympäristön puutteelliseen huomioonottamiseen (Hueting 1975; Laihonen 1972; Niitamo 1970; Peskin 1972; Pulliainen 1972). Arvostelu kohdistuu tältä osin SNA:n sisältöön seuraavista näkökulmista katsottuna:

- SNA:ssa virrat ja varannot mitataan rahayksikköinä. Rahallinen arvo taas määräytyy sen perusteella, missä suhteissa hyödykkeitä vaihdetaan kansantaloudessa. Hyödykkeiden mittana on siis niiden vaihtoarvo. On kuitenkin paljon hyödykkeitä, joiden käyttöarvo - panos hyvinvoinnin lisäämisessä - on hyvinkin suuri, mutta jotka eivät ole vaihdon kohteena (esim. hengitysilma), ja vielä enemmän hyödykkeitä, joiden vaihtorvo on huomattavasti niiden käyttöarvoa pienempi (esim. kotitalouksien käyttämä vesi). Ilmasta, vedestä, maaperästä ja biosfääristä saatavien palvelusten osalta markkinat ovat "epätäydelliset" tai olemattomat. Tämän vuoksi SNA on nimenomaan ympäristökysymysten kannalta huono hyvinvoinnin mittaamisen perusta.
- SNA:ssa ei tuotannon tuloksista vähennetä lähestulkoonkaan kokonaan haittoja, jotka syntyvät siitä, että monet tuotantoprosessissa syntyvät jäteaineet ja energia pilaavat elinympäristöä. Monet kulutustoiminnotkin aiheuttavat ympäristön pilaantumista. Ympäristön pilaantuminen ei ylipäänsä ole negatiivisena arvona mukana SNA:ssa.
- SNA:ssa ei pystytä mittaamaan tuotannon todelliseksi kustannukseksi luettavaa luonnonvarojen käyttöä. Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö kokonaisuudessaan ja uusiutuvien käyttö niiden tuotantoa nopeammin rajoittaa tuotantoa ja siksi kulutusmahdollisuuksia tulevaisuudessa: raaka-aineiden, energialähteiden ja suoraan luonnosta saatavien lopputuotteiden saanti vaikeutuu.
- Mitattaessa tuotantoa SNA:ssa ei eroteta kaikilta osin todella tuottavaa toimintaa siitä toiminnasta, jolla vain rajoitetaan tuotannon aiheuttamia haittoja. Tarkkaan ottaen vain toiminta, jolla tuotetaan yhteisön jäsenten tarpeita tyydyttäviä tavaroita ja palveluksia, on tuottavaa. Kuitenkin toimet tuotannon ja kulutuksen aiheuttamien ympäristöhaittojen estämiseksi ja poistamiseksi näkyvät kansantulolaskelmissa pitkälti hyvinvointia lisäävänä tuotannon tuloksena. Osittaisessa tarkastelussa asia onkin näin: yhteisön jäsenten hyvinvointi lisääntyy varmaankin siitä, että esimerkiksi kunta puhdistaa teollisuuslaitoksen liikkeiset jätevedet, jotka muuten pilaisivat uimarannan (olettaen, että kunnan toimenpide on asukkaiden preferenssien mukainen).

Mutta koko kansantalouden tilaa saavutetun hyvinvoinnin suhteen tarkasteltaessa SNA:n heikkous paljastunee seuraavasta esimerkistä. Ajatellaan kolmea vaihtoehtoa: 1. Yritys tuottaa yhteisön käyttöön tietyn hyödykemäärän, mutta samalla pilaa vesistön likaisilla jätevesillään. 2. Yrityksen toiminta ja tuotos pysyvät ennallaan, mutta sen päästämät jätevedet ovat puhtaita. 3. Yritys päästää kyllä likaiset jätevetensä ympäristöön, mutta julkisyhteisö puhdistaa ne ennen kuin ne pilaavat vesistön. Hyvinvoinnin suhteen vaihtoehtojen paremmuusjärjestys on epäilemättä 2., 3., 1. Jos sen sijaan SNA:n mukaista kansantulolaskelmaa pidetään hyvinvoinnin mittapuuna, ovat vaihtoehdot 1. ja 2. samanarvoiset, mutta vaihtoehto 3. on näitä parempi. Tämä perustuu näkemykseen, että kaikki toiminta, johon käytetään tuotannontekijöitä, on tuottavaa.

Seuraavaksi esitetään neljä esimerkkiä niistä ehdotuksista, joita on tehty kansantalouden tilinpitäjärjestelmän muuttamiseksi siten, että ympäristökysymykset tulisivat otetuiksi paremmin huomioon yhteisön hyvinvointia mitattaessa.

Esimerkki 1 (OECD 1971)

Taulukkona 1. nähdään kansantalouden tilinpidon panos-tuotosasetelma laajennettuna OECD:ssä kehitetyn menetelmän mukaan. Esimerkin pohjana on Ruotsin panos-tuotostaulu, missä toimialat on ryhmitelty pääasiallisen lopputuotekäytön mukaan kulutustavara-, pääomatavara- ja palvelustoimialoiksi.

Tavanomaista SNA:n kehikkoa on laajennettu ympäristösektoreilla ja uudella peruspanosten vektorilla. Ympäristösektorit ovat jätteiden käsittely¹⁾ (E_1) ja käsittelemätön jäte (E_2). Uusi peruspanosten vektori kuvaa uusiutuvien luonnonvarojen kulumista (CR).

Taulukossa on esitetty ruuduittain ensin tavanomaisen SNA:n mukainen tilin alkion arvo, sitten laajennuksen aiheuttama tämän arvon muutos (niissä ruuduissa, joiden arvoihin laajennus aiheuttaa muutoksia) ja lopulta laajennetun tilinpidon mukainen uusi arvo. Sektori E_1 aiheuttaa muutoksia vaakariveillä P_C , P_K , P_S , E_1 , CE ja CK, sektori E_2 taas vaakariveillä E_2 , OS ja CR.

1) Esimerkeissä on esityksen pelkistämiseksi käytetty erilaisista ympäristöä kuormittavista aineista ja energiasta termiä jäte.

Taulukko 1. OECD:n esimerkki kansantalouden tilinpidon laajennetusta panos-tuotosasetelmasta.

	P _c	P _k	P _s	G	E ₁	E ₂	Σ IC	C _h	C _g	I _f	I _g	Ex-Im	Σ
P _c	93 -1 92	101 -1 100	56 -1 55		- +3 3		250	350	27	17	7	-20	640
P _k	30 -5 35	63 -4 59	20 -4 25		- +13 13		131	43	24	214	6	12	430
P _s	232 -2 230	68 -2 66	97 -1 96		- +5 5		397	141	10			18	566
G									123				123
E ₁	- +12 12	- +10 10	- +9 9				- +31 31						- +31 31
E ₂	- +14 14	- +12 12	- +11 11				- +37 37						- +37 37
Σ IC	364 +18 382	232 +15 247	182 +14 196		- +21 21		778 +68 846	543	184	231	13	10	1759 +68 1827
CE	147 -2 145	151 -2 149	170 -2 168	114	- +6 6		582						
OS	97 -14 83	33 -12 21	69 -11 58				199 -37 162						
CK	33 -2 31	13 -1 12	45 -1 44	9	- +4 4		100						
CR						- +37 37	- +37 37						
Ti _n	-1	1	100				100						
Σ	640	430	566	123	- +31 31	- +37 37	1759 +68 1827						

Perinteellinen BKT 981
NKT 881

Laajennuksen BKT 981
jälkeen NKT 844

Käytetyt merkit:

P pääasiassa kulutustavaroita tuottavat toimialat
P_c pääasiassa pääomataavaroita " "
P_k palveluksia " "
P_s julkinen hallinto
G ympäristösektori:
E₁ = käsiteltyjen jätteiden tilit
E₂ = käsittelemättömien jätteiden tilit
IC väli tuotekäyttö
CE palkan saajien työtulot
OS toimintaylijäämä
CK kiinteän pääoman kuluminen
CR uusiutuvien luonnonvarojen kuluminen
Ti_n välilliset verot miinus tukipalkkiot
C_h kotitalouksien kulutusmenot
C_g julkisen hallinnon kulutusmenot
I_f kiinteän pääoman muodostus
I_g varastojen muutos
Ex-Im vienti miinus tuonti
BKT bruttokotimaantuote
NKT nettokotimaantuote

Sektorin E_1 aiheuttamat muutokset syntyvät seuraavasti: Tavanomaisessa SNA:ssa jätteiden käsittelytoimia ei ole erotettu (muusta) tuotantotoiminnasta. Nyt tämä erottelu tehdään siirtämällä kaikki jätteidenkäsittelytoimien kustannukset toimialoittain välituotepanoksiksi. Tällöin kunkin toimialan kohdalla välituotekäyttö sekä työvoimalle ja pääomalle maksetut korvaukset siirretään jätteidenkäsittelytoimien osalta sektoriin E_1 . Jätteidenkäsittelytoimien tuotos arvotetaan kustannusten mukaan, ja toimintaylijäämä tällä sektorilla oletetaan nolllaksi.

Sektori E_2 aiheuttaa seuraavat muutokset: Riville E_2 merkitään toimialoittain syntyneet jätemäärät, jotka päästetään ympäristöön (käsittelemättä jätetyt ja käsittelyn jälkeen jäljelle jäävät). Nämä arvotetaan sektorilla E_1 todettujen kustannusten mukaan. Näiden jätteen arvo vähennetään toimialoittain toimintaylijäämästä, ja merkitään summana uusiutuvien luonnonvarojen kulumista osoittavalle riville sarakkeeseen E_2 .

Siirryttäessä kuvaamaan kansantaloutta edellä esitetyllä laajennetulla tilinpitojärjestelmällä voidaan todeta, että

- kansantalouden kokonaisaktiiviteetti nousee rahassa mitattuna
- välituotekäytön lisääntyminen on edellisen syy
- bruttokotimaantuote (BKT) pysyy muuttumattomana
- nettokotimaantuote (NKT) laskee, kun käsittelemätön jäte on otettu huomioon pääoman (uusiutuvat luonnonvarat) kulumisena.

Esimerkki 2 (Førsund ja Strøm 1974; OECD 1972)

Laajennuksen pohjana on kansantalouden materiaaliveirtojen esitys taulukon 2. mukaisesti. Taulukon materiaali/prosessi -ruudun "+" -merkki ilmaisee, että mainittu materiaali on vastaavan prosessin lopputuotteena. Prosessien panokset taas näkyvät "-" -merkkeinä ruudukossa.

Ensimmäinen materiaaliluokka, hyödykkeet, ovat tavallisessa kansantalouden tilinpidossa mitattavia suureita. Tähän luokkaan sisältyvät myös palvelukset. Raaka-aineet ovat uusiutuvista ja uusiutumattomista luonnonvaroista tulevia virtoja. Primääriset jäteaineet ovat tuotanto-

Taulukko 2. Materiaalivirrat kansantaloudessa fyysisinä yksiköinä mitattuna. "-" ("+") ruudussa ilmaisee, että rivin materiaali on sarakkeen toiminnan panos (tuote).

Prosessi- Materiaali- luokat	Tuotanto	Kulutus	Reaalipää- oman ja luontopää- oman kasvu	Vienti	Tuonti	Jätteenkäsittely		Luonto- ympäristö
						puhdistus- ja ohjaus- toimet	saattaminen uudelleen- käyttöön	
Hyödykkeet	+	-	-	-	+	-	-	-
Raaka-aineet	-	-	-			-	+	+
Primääriset jäteaineet	+	+	-			-	-	-
Sekundääriset jäteaineet			-			+	+	-

ja kulutustoiminnassa syntyviä puhdistamattomia tähteitä. Sekundääriset jäteaineet taas ovat jäteaineiden käsittelyprosessien tulos. Näillä toiminnoilla muutetaan jäteaineiden ominaisuuksia, siirretään niitä paikasta toiseen tai tehdään niistä käyttökelpoisia raaka-aineita.

Toimintaluokassa tuotanto hyödykkeet ovat lopputuotteina. Pelkkä plussa hyödykeruudussa johtuu siitä, että välituotekäyttöä ei ole tuotu erikseen esiin. Tuotantoruuutuun kuuluu myös alkutuotanto (maanviljely, metsänviljely, kalastus, metsästys yms.), minkä lopputuotteita ovat paljolti raaka-aineet. Miinus raaka-aineiden ruudussa tuotantoprosessin kohdalla johtuu kuitenkin siitä, että alkutuotannon katsotaan valmistavan panoksia muille tuotannonhaaroille. Primääriset jäteaineet ovat toinen tuotantoprosessien lopputuoteryhmä.

Kulutusprosessi käyttää hyödykkeitä. Toisaalta se käyttää raaka-aineita (esim. ilmaa ja vettä). Primääriset jäteaineet ovat kulutuksen lopputuotteita. Kulutushyödykkeiksi luetaan myös ympäristön tarjoamat virkistyspalvelut.

Reaalipääoman kasvu sisältää tuotanto- ja kulutuspääoman. Luontopääoman kasvuun sisältyy positiivisia ja negatiivisia muutoksia. Positiivinen muutos on uusiutuvan luonnonvaran (esim. metsän) kasvu, negatiivinen taas uusiutumattoman luonnonvaran (esim. öljyn) kulutus.

Toimintaluokka jätteenkäsittely on jaettu kahteen osaan. Jäteaineiden puhdistus- ja ohjaustoimilla muutetaan hyödykkeiden ja raaka-aineiden avulla primääristen jäteaineiden ominaisuuksia (puhdistaminen) tai niitä ohjataan vähemmän ympäristöä rasittaviin paikkoihin. Tämän toiminnan lopputuotteena ovat sekundääriset jäteaineet. Jäteaineiden saattaminen uudelleen käyttöön on toinen prosessi. Myös tässä toiminnassa käytetään hyödykkeitä ja raaka-aineita. Toiminnan lopputuotteita ovat raaka-aineet ja sekundääriset jäteaineet.

Luontoympäristö eroaa muista prosessiluokista siten, että sen tapahtumat ovat enimmäkseen ihmisen toimista riippumattomia. Luontoympäristö tuottaa lähinnä raaka-aineita. Toisaalta se kyllä käyttää panoksinaan raaka-aineita. Panoksiksi on katsottu taulukossa myös jäteaineet, joilla on kuitenkin useimmiten haitallinen vaikutus (niiden rajatuottavuus on negatiivinen). Myös hyödykeruudusta on katsottu tulevan panoksia luontoympäristön prosesseihin. Näitä panoksia luontoympäristö saa muun muassa kalanviljelyssä, vesistön säännöstelyssä ja ilmastuksessa ym.

Taulukossa 2. esitettyjen materiaalivirtojen pohjalta voidaan laatia laajennettu tilinpito. Tällaisen laajennetun kansantalouden tilinpidon kehikko on esitetty taulukkona 3.

Hyödykkeille ja raaka-aineille annetaan positiiviset hinnat, ja jäteaineille (yleensä) negatiiviset hinnat. Tileistä johdettujen aggregaattien sisältö muuttuu, ja muun muassa kansantuotteessa otetaan huomioon myös ympäristön laadun muutokset.

Bruttokansantuote (arvonlisä) muodostuisi laajennetun tilinpidon perusteella seuraavasti:

- a) Tuotannon arvonlisä on tuotettujen hyödykkeiden arvo miinus tuotannossa käytetyn raaka-aineiden (ja välituotteiden) arvo miinus

Taulukko 3. Laajennetun kansantalouden tilinpidon kehikko arvo-yksiköinä: "-" merkitsee negatiivista arvoa, "+" positiivista arvoa.

	Tuotantotoiminnot				Kirjanpidolliset suureet					Käyttö			Yhteensä
	Tuotanto	Jäteaineiden puhd.- ja ohj. toimet	Jäteaineiden nautt. uudell. käyttöön	Luonto-ympäristö	Kulut	Reaalipääoman kasvu	Luontopääoman kasvu	Tuonti	Vienti	Kulut	Reaalipääoman kasvu	Luontopääoman kasvu	
Hyödykkeet	+	-	-	-	-	-	-	+	-				
Raaka-aineet	-	-	+	+	-		-						
Primääriset jäteaineet	-	+	+	+	-		+						
Sekundääriset jäteaineet		-	-	+			+						
Kulutus					+					-			0
Reaalipääoman kasvu						+					-		0
Luontopääoman kasvu							+					-	0
Arvonlisä	-	-	-	-									-
Tuonti-Vienti								-	+				- +
Yhteensä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	

päästettyjen jäteaineiden arvo, mikä määräytyy rajavahinkofunktioiden perusteella. Merkitään tuotannon arvonlisää B_p :llä.

- b) Jäteaineiden puhdistus- ja ohjaustoimien arvonlisä on sektorin käsittelemien primääristen jäteaineiden arvo miinus käsittelyprosesseissa käytettyjen hyödykkeiden ja raaka-aineiden arvo miinus lopputuotteena jäljelle jäävien sekundääristen jäteaineiden arvo. Merkitään arvonlisää B_{Am} :llä. Sektorin lopputuotteella on negatiivinen hinta. Jos sektorin talteen ottamien primääristen jäteaineiden arvo (positiivisena) on suurempi kuin sen päästämien sekundääristen jäteaineiden arvo (positiivisena), on tämän toiminnan tuotannollinen vaikutus traditionaalisessa mielessä positiivinen (kun on kysymys negatiivisista hinnoista).

- c) Jäteaineiden saattamisessa uudelleen käyttöön on arvonnalisä toiminnan tuloksena syntyvien raaka-aineiden arvo plus käsittelyyn tulevien primääristen jäteaineiden arvo miinus toiminnassa käytettyjen hyödykkeiden ja (muiden) raaka-aineiden arvo miinus päästettyjen sekundääristen jäteaineiden arvo. Merkitään arvonnalisää B_{Ag} :llä.
- d) Luontoympäristön synnyttämä arvonnalisä on sen tuottamien raaka-aineiden arvo plus sen vastaanottamien jäteaineiden arvo miinus niiden hyödykkeiden arvo, jotka tarvitaan raaka-aineiden ottamiseksi luonnosta. Jäteaineiden esiintyminen positiivisena osana tässä arvonnalisässä johtuu siitä, että luontoympäristö todella tarjoaa palveluksia toimimalla jäteaineiden vastaanottajana. Jäteaineiden haitalliset vaikutukset tulevat kyllä esiin arvonnalisän muissa osissa. Arvonnalisää merkitään B_N :llä.

Arvonnalisät ovat korvauksia peruspanosten käytöstä (työvoima, reaali-pääoma, luontopääoma). Edellä olevien arvonnalisien summana saadaan bruttokansantuote:

$$BKT = B_P + B_{Am} + B_{Ag} + B_N \quad (1)$$

Muutkin kansantalouden kokonaissuureet saavat laajennuksen johdosta osittain uuden sisällön, mm.:

1. $BKT + \text{tuontiylijäämä} = \text{kokonaistarjonta}$
2. $\text{Kulutus} + \text{reaalipääoman ja luontopääoman kasvu (investointi)} = \text{kokonaiskysyntä}$ (Kokonaistarjonta = kokonaiskysyntä)
3. Kokonaissäästäminen (brutto)
= $BKT - \text{kulutus}$
= $\text{vientiylijäämä} + \text{luontopääoman ja reaali-pääoman kasvu}$ (brutto)

Esimerkki 3 (Hueting 1975)

Hueting puuttuu tapaan, jolla ympäristön laatua parantavat ja ylläpitävät toimet otetaan huomioon kansantulolaskelmissa. Kritiikki kohdistuu siis kansantalouden tilinpidon aggregaatteihin ja välituotteiden ja lopputuotteiden tuotannon välisen rajan horjuvuuteen tileissä. Epä-

johdonmukaisuus on Huetingin mielestä siinä, että julkisen vallan ja yksityisten (kotitalouksien) toimet ympäristön pilaantumisen estämiseksi ja vähentämiseksi lasketaan lopputuotekäyttöön, kun taas tavallisten yritysten vastaavat toimet kuuluvat tileissä välituotekäyttöön. Hueting katsoo, että nämä toimet (valtaosaltaan) edustavat tuotanto- ja kulutustapahtumien synnyttämien haittojen eliminointia - eivätkä siis hyvinvointia lisäävän hyödykevalikoiman laajenemista eli lopputuotteita - riippumatta siitä, mikä instituutio-naalinen sektori toimet suorittaa. Kritiikin huomioonottamisen vaikutuksia kansantulolaskelmiin Hueting valaisee panos-tuotos-taulun muodossa olevan esimerkin avulla.

Asetelma 1:

	A	B	C	Yksityinen kulutus	Julkinen kulutus	Kokonais- tuotanto
	Välituotekäyttö			Lopputuotekäyttö		
A	15	10	5			30
B				100		100
C					20	20
Arvonlisä	15	90	15			
Yhteensä	30	100	20			150

Toimialaryhmä A tuottaa 30 arvoyksikköä. Näistä 15 menee oman toimialaryhmän välituotekäyttöön 10 toimialaryhmälle B ja 5 C:lle, joka on julkinen sektori. B tuottaa 100 arvoyksikön verran tuotteita kotitalouksille. C tuottaa 20 arvoyksikköä. Tämän katsotaan syntyvän niistä toimista, joita C suorittaa B:n päästämien ympäristöä pilaavien aineiden puhdistamiseksi. Kansantalouden tilinpidossa C:n 20 arvoyksikköä katsotaan lopputuotteiksi. Kansantuote on 15 + 90 + 15 (arvonlisien summa) eli 100 + 20 (lopputuotteiden tarjonnan summa), siis 120.

Asetelma 2:

	A	B	C	Yksityinen kulutus	Julkinen kulutus	Kokonais- tuotanto
	Välituotekäyttö			Lopputuotekäyttö		
A	15	10	5			30
B				120(100)		120(100)
C		20				20
Arvonlisä	15	90(70)	15			
Yhteensä	30	120(100)	20			170(150)

Pidetään kansantalouden tuotanto- ja kulutustoiminnot ennallaan, mutta oletetaan säädetyksi laki, jonka mukaan julkinen sektori ottaa maksun ympäristönsuojelupalveluksistaan pilaavien aineiden päästäjiltä. Kysymyksessä on tällöin periaatteessa julkinen yritys, joka myy tuotteen-
sa B:lle (pilaajalle). Julkisen sektorin tuotos menee nyt välituote-
käyttöön. Voimme olettaa B:n tuotteiden hintojen nousevan 20 %:lla.
Uuden laskutavan mukaisesti kansantuote on 120, mutta kun hintojen nou-
sun aiheuttama muutos eliminoidaan, saadaan kiinteähintaiseksi kansan-
tuotteeksi 100, siis 20 arvoyksikköä vähemmän kuin edellisessä asetel-
massa. Kansantalouden tilinpidon aggregaattien muutoksiin ei liittyy-
nyt muutoksia varsinaisissa tuotanto- eikä kulutustapahtumissa eikä
hyvinvointia säätelevässä lopputuotevalikoimassa.

Esimerkki 4 (Niitamo 1970)

Vielä voidaan mainita Niitamon esittämä näkemys siitä, mitä kansan-
talouden kokonaisaktiiviteettia (bruttoarvonlisäystä) kuvaavasta brut-
tokansantuotteesta olisi vähennettävä, jotta päästäisiin todellista
nettotulosta, yhteisön käytettäväksi tulevaa (jäävää) hyödykevali-
koimaa paremmin kuvaavaan nettokansantuotteen arvoon:

Bruttokansantuote
 miinus tuotettujen kestävien hyödykkeiden fyysinen poistuma
 miinus tuotettujen kestävien hyödykkeiden arvostuksen lasku
 miinus luonnonvarojen fyysinen poistuma (netto)
 miinus luonnonvarojen (elinympäristön) turmeltuminen, ts.
 arvostuksen lasku

 = "Todellinen" nettokansantuote

Edellä oleva asetelma on omiaan muistuttamaan myös siitä, että taloudellisessa kasvussa - kun sillä tarkoitetaan yhteisön käytettävissä olevan hyödykevalikoiman lisääntymistä - on kysymys nimenomaan varannoista. Touhukkuuden eli virttojen mittaaminen ei anna yhtä oikeaa kuvaa siitä, kuinka hyvin asiat ovat.

4. VESISTÖJEN KUORMITUS JA VESIENSUOJELUKUSTANNUSTEN SYNTY KANSANTALOUDEN TUOTANTORAKENTEEEN KANNALTA TARKASTELTUNA

Vesistökuormituksen ja vesiensuojelukustannusten pääasiallisina aiheuttajina voidaan nähdä toisaalta yhdyskunnat, toisaalta tuotannon eri toimialat. Tuotantotoimintaan liittyvien vesiensuojelukustannusten voidaan kuitenkin perimmiltään katsoa syntyvän lopputuotteiden kysynnästä, minkä tyydyttämiseksi toimialat välittömästi tai välillisesti toimivat.

Tässä luvussa etsitään mahdollisuutta tarkastella yhtenä kokonaisuutena teollisuuden aiheuttamaa vesistöjen kuormitusta, tämän vähentämistoimenpiteitä ja näiden merkitystä Suomen kansantaloudessa. Kun on tarkoitus selvittää nimenomaan tuotannon ja vesien kuormituksen välisiä suhteita, on selvityksestä uskallettu jättää pois sellaisten tärkeiden kuormituksen muotojen kuin yhdyskuntien aiheuttaman kuormituksen ja hajakuormituksen selvittely. Tosin osa hajakuormituksestakin on tuotantotoiminnan - maatalouden ja metsätalouden - synnyttämää, ja tarkastelun kattavuus paranisi, jos maatalouden ja metsätalouden osuudet hajakuormituksesta voitaisiin luotettavasti selvittää.

Työ jää pääosin yhden mahdollisen lähestymistavan esittelyksi ja niiden tekijöiden kartoittamiseksi, joihin tässä lähestymistavassa on kiinnitettävä erityistä huomiota, ja joista monet ovat esitellyn tarkastelutavan rajoituksia. Työn jatkaminen todellisten numeeristen vaihtoehtojen esittelyn ja käsittelyn osalta vaatii niin suuren määrän teknillisiä ja teknillistaloudellisia selvityksiä, että se on katsottu aiheelliseksi jättää siksi kunnes lähestymistavan hedelmällisyyden laajempi arviointi on suoritettu.

Tarkastelu perustuu panos-tuotosanalyysiin. Menetelmän avulla tuotantotoiminnan aiheuttamaa kuormitusta ja tämän vähentämisen vaatimia vesiensuojelukustannuksia arvioitaessa saadaan myös välilliset vaikutukset näkyviin. Näin tulee mahdolliseksi asettaa kansantalouden toimialat järjestykseen niiden aiheuttamien vesiensuojelukustannusten perusteella ottamalla huomioon, että jokin toimiala saattaa aiheuttaa välittömästi vain vähäiset kustannukset, mutta olla vastuussa merkittävästä kustannusten määrästä muilta toimialoilta (välittömiltä aiheuttajilta) tarvitsemiensa panosten johdosta. Edelleen vesiensuojelukustannukset saadaan liitettyksi lopputuotekysyntään, kun panos-tuotostarkastelun avulla voidaan selvittää tietyn lopputuotevalikoiman suoraan ja välillisesti vaatima tuotanto. Näin saadaan kuva siitä, minkälaisiin lopputuotekysynnän muotoihin (jaettuna toimialoittain tai ryhmiin yksityisen kulutus, julkinen kulutus, investoinnit, vienti) vesiensuojelukustannusten aiheuttama rasitus lopulta ohjautuu, kun oletetaan kustannuspaineen siirtyvän tuotteiden hintoihin.

Työssä käytetyn teoreettisen kehikon panos-tuotosanalyysin soveltamiseksi ympäristöongelmien selvittelyssä on esittänyt Wassily Leontief (Leontief 1970). Tätä kehikkoa joko kokonaisuudessaan tai osittain soveltaen on tehty myös empiirisiä tutkimuksia ainakin Yhdysvalloissa (Leontief ja Ford 1972; Kohn 1975), Hollannissa (den Hartog ja Houweling 1974) ja Norjassa (Førsund ja Strøm 1974).

Seuraavassa on käytetty edellä mainituissa töissä sovellettua laajennettua matriisikehikkoa. Tältä yhteiseltä perustalta on kuitenkin edetty panos-tuotosanalyysin yleisten sääntöjen mukaisesti (kts. esim. O'Connor ja Henry 1975).

4.1 T a r k a s t e l u k e h i k k o

Määritellään matriisit A_{11} , A_{12} , A_{21} ja A_{22} seuraavasti (kts. taulukko 4, s. 34:

A_{11} on tavallinen kansantalouden panoskerroinmatriisi. Sen ulottuvuuksina ovat toimialat. Alkio a_{ij} ilmoittaa tarvittavat panokset toimialalta i toimialalle j tämän tuotosyksikköä (tuotannon bruttoarvon yksikköä) kohti. Alkioiden laatu on mk/mk.

A_{12} on eri kuormitustekijöiden vähentämisen panoskerroinmatriisi. Sen ulottuvuuksina ovat toisaalta (riveittäin) toimialat, toisaalta (sarakkeittain) eri kuormitustekijät. Alkio a_{il} ilmoittaa, kuinka paljon toimialalta i tarvittavat panokset vähennettäessä yksi yksikkö pilaketta l . Alkioiden laatu on milj. mk/t.

A_{21} on ominaiskuormitusmatriisi, jonka ulottuvuuksina ovat mainitut pilakkeet ja toimialat. Alkio a_{kj} ilmoittaa, kuinka paljon pilaketta k syntyy (välittömästi) toimialan j tuotosyksikköä kohti. Alkioiden laatu on t/milj. mk.

A_{22} on pilakkeiden vähentämistoiminnassa välittömästi syntyvien pilakkeiden matriisi. Ulottuvuuksina ovat pilakkeet. Alkio a_{kl} kertoo, kuinka paljon pilaketta k syntyy puhdistettaessa yksi yksikkö pilaketta l . Alkioiden laatu on t/t.

Merkittäään tavallisten toimialojen tuontipanosten kerroinvektoria M_1 :llä. Sen alkio m_{1j} osoittaa toimialan j tuotosyksikköään kohti tarvittavat tuontipanokset.

Merkittäään kuormituksen vähentämistoimien tuontipanosten kerroinvektoria M_2 :lla. Alkio m_{21} osoittaa pilakkeen l yksikön vähentämisessä tarvittavat tuontipanokset.

Merkittäään V_1 :llä tavallisten toimialojen peruspanosten kerroinmatriisia. Alkio v_{pj} osoittaa, kuinka paljon toimiala j käyttää peruspanosta p tuotosyksikköään kohti.

Merkittäään V_2 :lla kuormituksen vähentämistoimien peruspanosten kerroinmatriisia. Alkio v_{p1} osoittaa, kuinka paljon peruspanosta p tarvitaan vähennettäessä yksi yksikkö pilaketta l .

Merkittäään kokonaistuotoksen pystyvektoria X_1 :llä. Sen alkio x_i kertoo toimialan i tuotannon bruttoarvon.

Merkittäään lopputuotevektoria Y_1 :llä. Alkio y_i kertoo toimialan i tuotannosta lopputuotekäyttöön tulevan määrän. Vektori Y_1 voidaan jakaa myös lopputuotekäytön eri komponentteihin.

Merkitään X_2 :lla vektoria, joka ilmoittaa eri pilakkeiden vähenemät. Alkio x_k osoittaa, kuinka paljon (tuotannossa syntyvää) pilaketta k vähennetään kansantaloudessa.

Merkitään Y_2 :lla vektoria, joka ilmoittaa vähentämisen jälkeen vesistöön joutuvat määrät pilakkeittain. Alkio y_k osoittaa, kuinka paljon (tuotannossa syntyvää) pilaketta k joutuu vesistöön kansantaloudessa.

Merkitään X^X :lla pilakkeiden bruttomuodostumisen vektoria. Alkio x_k^X ilmoittaa, kuinka paljon pilaketta k kokonaisuudessaan syntyy tuotannossa.

Merkitään Q :lla pilakkeiden vähentämisen yksikkökustannusten vektoria. Alkio Q_k ilmoittaa pilakkeen k yhden yksikön vähentämisen kokonaiskustannukset.

Lähdetään tilanteesta, jossa syntyviä pilakkeita ei puhdisteta. Tutkitaan kokonaistuotoksen lopputuotekäytön ja pilakkeiden syntymisen välisiä yhteyksiä.

Olkoon lopputuotekäyttö (-kysyntä) toimialoittain \bar{Y}_1 . Tämän vaatima kokonaistuotos toimialoittain on

$$\bar{X}_1 = (I - A_{11})^{-1} \bar{Y}_1. \quad (2)$$

Kokonaistuotoksen \bar{X}_1 synnyttämät pilakemäärät ovat

$$\bar{X}^X = A_{21} \bar{X}_1 \quad \text{eli} \quad (3)$$

$$\bar{X}^X = A_{21}(I - A_{11})^{-1} \bar{Y}_1 = B \bar{Y}_1. \quad (4)$$

Matriisille $B = A_{21}(I - A_{11})^{-1}$ voidaan antaa seuraava tulkinta: sen alkio b_{kj} kertoo pilakkeen k bruttomäärän toimialan j lopputuotekäytön yksikköä kohti. Jos esimerkiksi halutaan lisätä puunjalostusteollisuuden tuotteiden vientiä 1 miljoonalla markalla, nähdään matriisin avulla, mitä muutoksia viennin lisäyksen vaatima tuotannon lisäys aiheuttaa eri pilakkeiden määriin (suoraan ja välillisesti).

Lisätään sitten edellä esitettyyn rajoitus kuormitusmäärien muodossa. Tuodaan mukaan vektori Y_2 , joka ilmoittaa, kuinka paljon eri kuormitustekijöitä sallitaan joutuvan vesistöön. Rajoitus vaatii sen, että tietty määrä pilakkeista puhdistetaan. Näitä määriä kuvaa vektori X_2 . Puhdistustoimien seurauksena lopputuotevektorin Y_1 ja kokonaistuotoksen vektorin X_1 välinen suhde muuttuu. Tämän suhteen määrittävät nyt matriisin A_{11} lisäksi matriisit A_{12} ja A_{21} sekä vektorin Y_2 vaatima puhdistusaste. Saman lopputuotevalikoiman tuottaminen vaatii nyt erilaisen kokonaistuotoksen kun osa voimavaroista käytetään puhdistustoimissa tarvittavien hyödykkeiden tuottamiseen (siis lisääntyvään välituotekäyttöön). Laajemmin katsoen lopputuotevalikoima toki paranee, kun kuormituksen vähentämistoimilla saadaan puhtaampi vesistö ja tästä seuraavat hyödyt.

Panos-tuotostekniikan avulla voidaan tutkia, mitä muutoksia rajoituksen asettaminen vesien kuormittamiselle aiheuttaa tuotannossa. Tämä nähdään parhaiten pitämällä lopputuotevalikoima ennallaan (sellaisena kuin se on nyt tai olisi tulevaisuudessa ilman kuormituksen rajoittamista entisestään).

Vektori Y_1 siis tunnetaan (tai on ennustettu). Vektori Y_2 edustaa vesiensuojelun tavoitetta. Se ilmoittaa, mille tasolle eri kuormitustekijöiden vesistöihin pääsevät määrät ajatellaan rajoitettavan.

Kun tunnetaan vielä matriisit A_{11} , A_{12} , A_{21} ja A_{22} , voidaan laskea, kuinka suuri kokonaistuotos toimialoittain (vektori X_1) tarvitaan jotta saadaan aikaan lopputuotevalikoima Y_1 samalla rajoittaen vesien kuormituksen vektorin Y_2 osoittamiin määriin. Laskutoimituksen tuloksena löydetään myös vektorin X_2 arvo: tarpeelliset puhdistustoimin saavutettavat eri kuormitustekijöiden vähenemät.

Tuotannonhaarojen kokonaistuotos on tuotantoon menevä välituotekäyttö plus puhdistustoimiin menevä välituotekäyttö plus lopputuotekäyttö:

$$X_1 = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + Y_1. \quad (5)$$

Lauseke (5) voidaan kirjoittaa muotoon:

$$Y_1 = X_1 - A_{11}X_1 - A_{12}X_2. \quad (6)$$

Vesistöön joutuva kuormitus on tuotannossa syntyvä bruttokuormitus miinus puhdistustoimin vähennettävä määrä plus puhdistustoimien välittömästi synnyttämä lisäkuormitus:

$$Y_2 = A_{21}X_1 - X_2 + A_{22}X_2. \quad (7)$$

Leontief (Leontief 1970) on järjestänyt yhtälöparin (6), (7) yhdeksi matriisiasetelmaksi:

$$\begin{bmatrix} I - A_{11} & \vdots & -A_{12} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{21} & \vdots & -I + A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ \dots \\ Y_2 \end{bmatrix} \quad \text{eli} \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - A_{11} & \vdots & -A_{12} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{21} & \vdots & -I + A_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1 \\ \dots \\ Y_2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Kun tiedämme halutun lopputuotevektorin Y_1 ja vesiensuojelun tavoitteen Y_2 , voimme asetelman (9) avulla laskea tarvittavan kokonaistuotoksen toimialoittain, X_1 , ja myös tällöin tarvittavat pilakkeiden vähennykset, X_2 . Yhtälöstä (7) näemme nyt syntyvien pilakkeiden bruttomäärät X^X :

$$X^X = A_{21}X_1 + A_{22}X_2. \quad (10)$$

Kun tiedetään vektorit X_2 ja X^X , voidaan laskea puhdistusaste α pilakkeittain. α_k ilmoittaa, kuinka suuri osuus pilakkeen k bruttomäärästä vähennetään erilaisin puhdistustoimin (tavoitteen Y_2 saavuttamiseksi).

$$\hat{\alpha} = \hat{X}_2 \hat{X}^{X-1}. \quad (11)$$

Vesiensuojelutavoite voidaankin vaihtoehtoisesti ilmoittaa vektorin α avulla. Toisin sanoen päätetään, kuinka suuri osuus eri kuormitustekijöiden bruttomäärästä vähennetään ennen vesistöön päästämistä.

α :n avulla voidaan etsiä lopputuotekäytön Y_1 yhteys kokonaistuotokseen X_1 , kuormitustekijöiden bruttomuodostumiseen X^X , vähennettäviin pilakemääriin X_2 , vesistöön pääseviin määriin Y_2 ja puhdistuskustannuksiin Z . Näiden yhteyksien hakeminen tehdään seuraavaksi.

Tässä vaiheessa tehdään kuitenkin jo sellainen yksinkertaistus, että jätetään puhdistustoimissa välittömästi syntyvät pilakkeet ottamatta huomioon. Matriisi A_{22} on siis nollamatriisi, ja pilakkeiden bruttomäärien vektori supistuu muotoon:

$$X^X = A_{21}X_1. \quad (12)$$

Vektori X_2 oli siis α :n määrittelemä osuus X^X :sta:

$$X_2 = \hat{\alpha}X^X. \quad (13)$$

Yhtälön (12) perusteella tämä voidaan esittää muodossa

$$X_2 = \hat{\alpha}A_{21}X_1. \quad (14)$$

Sijoittamalla saatu X_2 yhtälöön (6) saadaan:

$$X_1 - A_{11}X_1 - A_{12}\hat{\alpha}A_{21}X_1 = Y_1 \quad \text{eli} \quad (15)$$

$$(I - A_{11} - A_{12}\hat{\alpha}A_{21})X_1 = Y_1 \quad \text{eli} \quad (16)$$

$$X_1 = (I - A_{11} - A_{12}\hat{\alpha}A_{21})^{-1}Y_1. \quad (17)$$

Merkitään esityksen lyhentämiseksi $A_{11} + A_{12}\hat{\alpha}A_{21} = M$.

Yhtälö (17) "kaunistuu" näin muotoon

$$X_1 = (I - M)^{-1}Y_1. \quad (18)$$

Matriisi $(I - M)^{-1}$ on nyt perinteisen panos-tuotosmallin käänteismatriisin $(I - A)^{-1}$ laajennettu muunnos, joka ottaa huomioon kuormituksen vähentämistoimenpiteet. Sen alkio kertoo tuotannon kokonaistarpeen rivillä mainitulta toimialalta yhden lopputuoteyksikön valmistamiseksi matriisin ko. sarakkeessa mainitulla toimialalla, kun otetaan huomioon myös vesiensuojelutavoitteen vaatimien puhdistustoimien tarvitsemat panokset.

Yhtälöiden (12) ja (18) avulla saadaan

$$X^X = A_{21} (I - M)^{-1} Y_1. \quad (19)$$

Matriisin $A_{21} (I - M)^{-1}$ alkiot kertovat, kuinka paljon eri kuormitustekijöitä kokonaisuudessaan syntyy toimialoittaista lopputuotekäytön yksikköä kohti.

Yhtälöistä (13) ja (19) saadaan

$$X_2 = \hat{Q} A_{21} (I - M)^{-1} Y_1. \quad (20)$$

Matriisin $\hat{Q} A_{21} (I - M)^{-1}$ alkiot kertovat, kuinka paljon eri kuormitustekijöitä on vähennettävä - asetetun tavoitteen saavuttamiseksi - toimialoittaista lopputuotekäytön yksikköä kohti.

X^X :n ja X_2 :n erotuksena saadaan sitten

$$Y_2 = (I - \hat{Q}) A_{21} (I - M)^{-1} Y_1. \quad (21)$$

Matriisin $(I - \hat{Q}) A_{21} (I - M)^{-1}$ alkiot kertovat, kuinka paljon eri kuormitustekijöitä joutuu toteutettujen vähentämistoimien jälkeen vesistöön toimialoittaista lopputuotekäytön yksikköä kohti.

Eri kuormitustekijöiden vähentämistoimien kustannukset ovat

$$Z = \hat{Q} X_2 \quad \text{eli} \quad (22)$$

$$Z = \hat{Q} \hat{Q} A_{21} (I - M)^{-1} Y_1. \quad (23)$$

Matriisin $\hat{Q} \hat{Q} A_{21} (I - M)^{-1}$ alkiot kertovat eri kuormitustekijöiden vähentämistoimien kustannukset valitun kuormituksen vähentämisasteen (ω) seurauksena toimialoittaista lopputuotekäytön yksikköä kohti.

Toisaalta tuotosyksikköä kohti syntyvä kustannuslisä on siis

$$k = \hat{Q} \hat{Q} A_{21}. \quad (24)$$

Matriisit A_{11} ja A_{12} kertovat vain edellä olevan analyysin kan-
nalta endogeenisen osan panosrakenteesta ja kustannuksista. Kun
kuvatulla tekniikalla on selvitetty kokonaistuotoksen taso, voi-
daan peruspanosten ja tuontipanosten määrä selvittää näitä koske-
vien panoskertoimien avulla.

Kun tiedetään esimerkiksi tuonnin ja työtulojen osuus (β_{Tuo} ja
 $\beta_{Työ}$) kuormituksen vähentämisen yksikkökustannuksista, voidaan
toisaalta lausekkeen (23) avulla laskea vesiensuojelutoimien suo-
ranaisesti aiheuttamat muutokset näissä suureissa:

$$\Delta_{Tuo} = \hat{\beta}_{Tuo} Z = \hat{\beta}_{Tuo} \hat{Q} \hat{A}_{21} (I - M)^{-1} Y_1 = M_2 X_2 \quad (25)$$

$$\Delta_{Työ} = \hat{\beta}_{Työ} Z = \hat{\beta}_{Työ} \hat{Q} \hat{A}_{21} (I - M)^{-1} Y_1 = V_{Työ} X_2 \quad (26)$$

On lisäksi huomattava, että lopputuotevalikoiman ja kokonaistuotos
välisen suhteen muuttuminen aiheuttaa tietyllä lopputuotevalikoi-
malla muutoksia tuonnissa ja työllisyydessä. Näiden uudet arvot
(joihin sitten lausekkeista (25) ja (26) saatavat arvot lisätään)
saadaan, kun tiedetään uusi kokonaistuotos ja panoskertoimet tuon-
nin ja työtulojen osalta.

Edellä on lopputuotekäyttöä tarkasteltu vain toimialajaon pohjalta.
Eri lopputuotekäytön ryhmien - vienti, pääomanmuodostus, yksityi-
nen kulutus ja julkinen kulutus - osuus pilakkeiden synnyssä, tar-
vittavissa puhdistustoimissa ja näiden kustannuksissa saadaan hel-
posti selville, jos tiedämme (tai olemme ennustaneet) lopputuo-
tekäytön jakautumisen ryhmien kesken toimialoittain. Yhtälöissä
(18) - (21) ja (23) oleva vektori Y_1 on tällöin yksinkertaisesti
jaettavissa useampaan sarakkeeseen, joista viimeinen olkoon alku-
peräinen vektori Y_1 (jonka osia siis muiden sarakkeiden alkiot
ovat):

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} Y_{Vi} & Y_{Inv} & Y_{Yk} & Y_{Jk} & Y_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

Nyt saamme $X_1:n$, $X^X:n$, $X_2:n$, $Y_2:n$ ja $Z:n$ arvot toimialoittain ja yhteensä jaettuna lisäksi näyttämään, mikä osuus näistä on lähtöisin lopputuotekäytön eri ryhmistä.

Ryhmien suhteellista osuutta kuormitustekijöiden synnyssä, vähentämistarpeessa ja vähentämisen kustannuksissa voidaan vielä tarkastella siten, että summaamme toimialajaoon pois ja tutkimme, mitkä ovat $X_1:n$, $X^X:n$, $X_2:n$, $Y_2:n$ ja $Z:n$ arvot kunkin lopputuotekäytön ryhmän yksikköä kohti. Tällöin esimerkiksi matriisin X^X sarakkeen X_{Vi}^X alkiot jaetaan viennin arvolla V_i ,

$$V_i = \sum_{i=1}^n Y_{Vi,i} \quad (27)$$

Näin saadaan selville eri pilakkeiden syntyvät bruttomäärät viennin yksikköä kohti viennin jakautuessa toimialoittain nykyisellä (tai ennustetulla) tavalla.

Edellä on tarkasteltu eri lopputuotekäytön ryhmien osuutta vesien (potentiaalisena) kuormittajana ja kuormituksen vähentämisen synnyttämien kustannusten aiheuttajana. Esitetyn ajatuskulun seurauksena saadaan selville tietyn lopputuotekysynnän tason vaatiman tuotannon vaikutus. Kun mielenkiinto rajoittuu kansalliselle tasolle, on muistettava tuonnin kuormitusta keventävä vaikutus: tuonnilla tyydytettävä osuus kysynnästä ei vaadi kotimaassa vesistöä kuormittavaa tuotantoa.

Jos siis tarkastelun pohjana ovat lopputuotekysynnän vektorit (Y_1 , Y_{Vi} , Y_{Inv} , Y_{Yk} , Y_{Jk}), otetaan näistä kuormitustarkasteluun vain se osuus, joka tyydytetään kotimaisella tuotannolla. Tämän vuoksi panoskertoimien välituotepanoksiin sisältyvät vain kotimaiset panokset, ja tuontipanokset on ilmoitettu omana rivinä panostuotostaulukossa.

4.2 T a r k a s t e l u k e h i k o n t ä s m e n n y s j a r a j o i t u k s e t

Edellä esitetty kehikko antaa periaatteessa mahdollisuudet hyvinkin yksityiskohtaiseen tarkasteluun. Toimialajako voi olla hieno, ja mukaan voidaan ottaa suurikin joukko eri kuormitustekijöitä. Tiedonsaantivaikkeudet saattavat kuitenkin helposti käydä ylivoimaisiksi kovin yksityiskohtaista kuvaa haettaessa. Ja toisaalta: kun halutaan selvittää kansallisella tasolla eri tuotannonhaarojen ja lopputuote-

kysynnän muotojen merkitystä vesistöjen pilaajina ja vesiensuojelukustannusten syntyä ja merkitystä kansantalouden kokonaisuudessa, ei yksityiskohtaisuuden lisääminen välttämättä ole etu. Tiedonhankinta- ja -käsittelykustannukset lisääntyvät, mutta voi olla, että keskimääräiset luvut kokonaisuuksista ovat aivan yhtä käyttökelpoisia - joskus käyttökelpoisempiakin.

Tässä on valittu hyvin karkea toimialajaotus, ja pilakkeiden lukumäärä on rajoitettu neljään. Tietopohjaa kartoitettaessa on sitten törmätty nimenomaan aggregoinnin aiheuttamiin ongelmiin, joista tarkemmin tuonnempana.

Pohjaksi on otettu valtiovarainministeriön keskipitkän ajan ennusteissaan käyttämän KESSU-mallin (kts. liite) panos-tuotostaulukko. Siinä on 14 toimialaa:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. metsätalous | 8. sähkö- yms. laitokset |
| 2. kulutustavarateollisuus | 9. kauppa, pankit, vakuutuslaitokset |
| 3. puu- ja paperiteollisuus | 10. liikenne |
| 4. metalli- ja kaivannaisteollisuus | 11. julkiset palvelukset |
| 5. muu tehdasteollisuus | 12. maatalous |
| 6. talonrakennustoiminta | 13. asuntojen omistus |
| 7. maa- ja vesirakennustoiminta | 14. yksityiset palvelukset |

Kun rajoitutaan teollisuuden aiheuttamaan kuormitukseen, näyttää edellä oleva jaottelu ehkä ensi silmäyksellä huonosti valitulta. Kun tarkoitus on kuitenkin etsiä myös välilliset kuormittajat (esimerkiksi liikenne metalli- ja kaivannaisteollisuuden tuotteiden käyttäjänä jne.) ja hahmottaa yleisesti vesiä kuormittavien tekijöiden roolia kansantaloudessa, on yleisen kansantaloudellisen kuvauskehikon käyttö perusteltua.

Eri kuormitustekijöistä on tähän esimerkkiin valittu neljä: kiintoaine (K), biologinen hapenkulutus (BHK₇), fosfori (P) ja typpi (N).

Taulukossa 4 nähdään esitellyssä tarkastelutavassa tarvittava tietoaaineisto järjestettynä KESSU-tilukon puitteisiin.

Taulukko 4. Laajennettu KESSU-taulukko, jossa on mukana kuormituksen syntyminen ja sen vähentäminen. Taulukko sisältää eri kerroinmatriisien laatimisessa tarvittavat tiedot.

[illegible]

Mainittu KESSU-taulukko kertoo ensiksikin tuotannon käytön väli-
tuotteina toimialoittain. Lisäksi siitä nähdään kokonaistuotok-
sesta lopputuotekäyttöön menevä osuus toimialoittain. Lopputuote-
kysyntä on jaettu vientiin, pääomanmuodostukseen, yksityiseen kulu-
tukseen ja julkiseen kulutukseen. Toimialoittaisen panosrakenteen
kertoo taulukossa välituotelohkon lisäksi peruspanosten lohko, mis-
sä erilaiset peruspanokset ilmoitetaan toimialoittain. Peruspa-
nosten jako on seuraava: Palkat, sosiaalikulut, yksityisten elin-
keinoharjoittajien tulot ja pääomatulot muodostavat yhdessä tuo-
tantokustannushintaisen BKT-erän. Välilliset verot on jaettu lii-
kevaihtoveroon, tulleihin ja tuonnintasausveroon sekä muihin hyö-
dykeveroihin. Tukipalkkiot on sitten vähennetty välillisistä ve-
roista.

Koska selvityksen kohteena on kotimaassa tapahtuva vesien kuor-
mittaminen ja sen ehkäiseminen, on mainittu taulukko laadittava
kotimaisten panosten ja kotimaisen tuotannon pohjalta. Tämä mer-
kitsee sitä, että välituotelohkossa vähennetään sarakkeittain ul-
komaiset panokset ja viedään nämä omalle rivilleen. Myös loppu-
tuotevektoreissa erotetaan tuonti kotimaisen tuotannon käytöstä.
Vain kotimaista alkuperää oleva osuus lopputuotekysynnästä syn-
nyttää kuormitusta ja kuormituksen vähentämistoimien tarvetta.

Tuontivektoria voidaan sitten käyttää lopputuotekysynnän vekto-
rien tapaan haluttaessa selvittää esimerkiksi, kuinka paljolta
kuormitukselta olemme säästyneet tyydyttäessämme tietyn osan ky-
synnästä tuonnilla. Tätä tulosta voidaan verrata vaikkapa viennin
vektoriin: kuinka paljon kuormitusta vientituotantomme aiheuttaa.
Näin saadaan kauppataseen rinnalle eräänlainen kuormitustase ul-
komaankaupastamme kertomaan.

Matriisi A_{11} , tavallinen tuotannon panoskerroinmatriisi, saadaan
KESSU-taulukosta. A_{11} tuottaa mallikehikon matriiseista vähiten vai-
keuksia yksinkertaisesti siitä syystä, että yleinen kansantalou-
dellinen analyysi myös panos-tuotostekniikan osalta on pitkän pe-
rinteen myötä saanut täsmällisen sisällön, ja tietoaaineiston ke-
ruu ja järjestäminen on tältä osin saatettu käyttökelpoiseen muo-
toon. Toisaalta helppous aiheutuu siitä, että muu osa kehikosta
on mukautettu juuri tämän perusmatriisin ympärille. KESSU-taulukosta

johdetun panoskerroinmatriisin käyttö sellaisenaan A_{11} -matriisina merkitsee kyllä tiettyä epätarkkuutta. Näihin panoksiin näet sisältyy jo kuormituksen vähentämistoimien panoksia, joten matriisi ei suinkaan kerro tuotannon rakennetta ilman kuormituksen vähentämistoimia. Selvityksessä onkin asetettava nykyinen tilanne (tai jokin muu valittu ajankohta) eräänlaiseksi nollatasoksi kuormituksen vähentämiseen nähden ja tarkasteltava muutoksia tähän tilanteeseen verrattuna. Toinen lähestymistapa olisi ollut puhdistaa panos-tuotostaus kaikista kuormituksen vähentämisessä tarvittavista panoksista ja lähteä siis olosuhteista, joissa tuotantoelämä voisi toimia, jos vesiin joutuvasta kuormituksesta ei olisi minkäänlaista haittaa. Tästä edeten voitaisiin sitten kartoittaa kokonaisuudessaan vesiensuojelun tavoitteiden vaikutus tuotantotoimintaan. Koska hyvin monet kuormituksen vähentämistoimet ovat kuitenkin sulautuneet osaksi tuotantoprosessia, niiden kaikkien erottaminen tuottaisi voittamattomia vaikeuksia.

Jos tyydytään pitämään tiettyä vuotta vesiensuojelun lähtötasona, matriisin A_{21} sisältö ei myöskään ole teoreettisesti kovinkaan ongelmallinen. Täytyy vain hankkia tieto toimialoittain vesistöihin päästettyjen eri kuormitustekijöiden määristä samalta vuodelta kuin matriisin A_{11} tiedot. Näin matriisit A_{11} ja A_{21} yhdessä antavat kuvan siitä, millaisin panosrakentein tuotanto tiettyinä vuonna tapahtui, ja millaisia määriä tällöin eri kuormitustekijöitä joutui tuotantotoiminnan tuloksena vesiin. Tämä on siis valittu nollataso, jolla jo tapahtuu kuormituksen vähentämistä. Matriisin A_{21} käyttämiseen esitellyssä kehikossa sisältyy oletus, että eri kuormitustekijöiden tuotannossa syntyvät määrät ovat suoraan verrannollisia tuotantomääriin.

Matriisin A_{12} muodostaminen on koko kehikon kriittisin kohta. Sen laatimisessa on monia vaikeita teoreettisia ja käytännöllisiä, tilastoaineiston keruun ongelmia. Matriisihan kertoo eri kuormitustekijöiden vähentämistoimien panosrakenteen: esimerkiksi kuinka paljon eri toimialoilta tarvitaan panoksia vesiin joutuvan fosforimäärän vähentämiseksi yhdellä tonnilla. Matriisin laatimisen kriittisiä kohtia on syytä selvittää yksityiskohtaisemmin.

Ensiksikin matriisin sisältämä tieto kuormituksen vähentämistoimien panosrakenteesta on erittäin karkeaksi aggregoitua. Toimialajako on tehty vain panosten alkuperän mukaan, ja näin ollen kunkin kuormitustekijän vähentämistoiminta katsotaan yhdeksi aktiviteetiksi jolla on tietty, matriisin A_{12} ilmoittama panosrakenne. Tämä siitä huolimatta, että kuormituksen vähentämisen menetelmät vaihtelevat hyvinkin suuresti toisaalta kunkin toimialan sisällä ja toisaalta toimialoittain. Taas on korostettava lähestymistavan erittäin aggregatiivista luonnetta ja pyrkimystä vain yleisesti selvittää voimavarojen kohdentamista kansantaloudessa ja vesien-suojelun tavoitteiden vaatimia muutoksia voimavarojen kohdentamiseen. Panosrakenteen esittäminen matriisinä A_{12} lähtee siis siitä, millaisia panoksia kansantaloudessa on käytetty (tiettyinä ajanjaksona) eri kuormitustekijöiden vähentämisessä, ja kuinka paljon kuormituksen määrää on näiden panosten avulla saatu vähennetyksi. Tästä saadaan sitten panokset kuormitustekijän määrän yksikköä kohti. Matriisin A_{12} käyttö erilaisten tulevaisuuden toimenpidevaihtoehtojen selvittämisessä sisältää siis panos-tuotos-analyysille luonteenomaisen oletuksen, että eri kuormitustekijöiden yksikön vähentämiseksi käytetään tulevaisuudessa panoksia samat määrät samassa suhteessa kuin matriisin laatimisen pohjana olevana ajanjaksona.

Edellä esiin tullut kertoimien kiinteys on eittämätön heikkous tilanteessa, jossa toiminnan rajakustannusten voidaan olettaa vaihtelevan suurestikin toiminnan laajuuden muuttuessa. Matriisin A_{12} kertoimet näyttävät panosrakenteen tilanteessa, jossa tietty osuus bruttokuormituksesta poistetaan. Kun lähdetään poistamaan tätä suurempaa osuutta, voidaan lisäyksikön poistamisen kustannusten odottaa olevan suuremmat. Tämä aiheuttaa myös sen, että matriisin A_{12} kertoimet todellisuudessa vaihtelevat kuormituksen vähentämisasteesta riippuen. Nyt kuitenkin oletetaan, että puhdistusastetta nostettaessa panosten tarve kasvaa vain samassa suhteessa kuin kuormitustekijöiden vähenemä.

Toisaalta matriisin A_{12} kertoimien kiinteys tekee mahdottomaksi kuormituksen vähentämistekniikan muutosten huomioon ottamisen tulevaisuuden kehitysuria ennustettaessa. Kuormituksen vähentämi-

sessä saatetaan turvautua jo läheisessä tulevaisuudessa hyvinkin erilaisiin keinoihin. Tällaisen muutoksen mahdollisuus tekee kiinteän matriisin käytön ennustamisessa kyseenalaiseksi.

Yksi keskeinen valinta matriisia A_{12} muodostettaessa on tehtävä siinä, millaiset aktiviteetit otetaan panosrakennetta selvitettäessä kuormituksen vähentämistoimina mukaan. Vesien kuormittamista rajoitetaan toisaalta tuotantoprosessin sisäisiin toimin. Näissä tapauksissa kuormitus vähenee enemmän tai vähemmän kiinteänä osana itse tuotteen valmistusta; toisin sanoen tuotantoprosessissa syntyy vähemmän haitallisia sivutuotteita. Näiden erilaisten sisäisten toimenpiteiden ottaminen mukaan matriisia A_{12} laadittaessa on erittäin mutkallista. Osa näistä toimista on siinä määrin erillisiä varsinaisesta tuotantoprosessista, että ne pystytään erottamaan kuormituksen vähentämisen panoksiksi. Monissa tapauksissa on kuitenkin tuotantoprosessi kokonaisuudessaan mukautettu sellaiseksi, että haitallisten sivutuotteiden syntyminen on vähäisempää, ja on aivan mahdotonta erotella prosessia tässä mielessä osiinsa. Näiden esimerkkien välillä on vielä suuri joukko kuormitusta vähentäviä sisäisiä toimenpiteitä, joista osa on myös tuotantoprosessin kannalta kannattavia. Kaikkien näiden sisäisten toimenpiteiden erottaminen kuormituksen vähentämisen panoksiksi on mahdotonta - valinta siitä, mitkä kuormitusta vähentävistä sisäisistä toimenpiteistä otetaan mukaan, perustuu aina jossain määrin mielivaltaiseen harkintaan. Sisäisten kuormituksen vähentämistoimien lisäksi suoritetaan jätevesien ulkoista puhdistusta. Tämän toiminnan osalta matriisin A_{12} laatiminen ei tuota sanottavia teoreettisia vaikeuksia. Ulkoinen puhdistustoiminta on selvästi tuotantoprosessista erillään ja useimmiten nimenomaan vesiensuojelutavoitteen aiheuttamana rasituksena tuotantotoiminnalle. Tämän puhdistustoiminnan vaatimat panokset voidaan periaatteessa tarkkaan selvittää, samoin kuin näillä panoksilla aikaan saadut eri kuormitustekijöiden vähenemät.

Kuormituksen vähentämistoimien kannattavuus olisi otettava myös jotenkin huomioon matriisissa A_{12} . Tuotantotoiminnassa käytetään panoksia toisaalta hyödykkeiden valmistukseen ja toisaalta haitallisten sivutuotteiden määrän vähentämiseen. Kun selvitetään kuormituksen vähentämispyrkimyksen vaikutusta voimavarojen kohdentamiseen ja tästä aiheutuvaa rasitusta tuotantotoiminnalle, on edellä mainitun panosten toiminnallisen jaottelun lisäksi selvitettävä, miltä osin voimavarojen käyttö kuormituksen vähentämiseen on kannattamatonta siinä

mieleessä, ettei sillä saavuteta myös tuotannollisia hyötyjä. Vesien kuormitusta rajoitetaan yrityksissä monin osittain tai täysin kannattavin keinoin, ja tällaisten toimien panoksia ei ole syytä - valitun näkökulman puitteissa - laskea ainakaan kokonaisuudessaan vesiensuojelun vaatimiksi uhrauksiksi.

Matriisi A_{12} on jaettu kuormitustekijöittäin sarakkeisiin, jotka ilmoittavat kunkin kuormitustekijän vähentämisen panosrakenteen. Kun useampien kuormitustekijöiden vähentämistä tapahtuu kuitenkin samassa toiminnassa, on näiden yhteisten panosten jakaminen suoritettava eri kuormitustekijöiden osalle. Tämä täytyy tehdä karkean arvion perusteella, milloin ei voida suorittaa täsmällistä panosten jakoa. Tiettyyn rajaan saakka virheet tässä panosten jaossa eri kuormitustekijöiden osalle eivät ole kokonaisuuden kannalta kovin haitallisia niin kauan kuin eri kuormitustekijöiden vähentäminen tapahtuu suurin piirtein samassa suhteessa tulevaisuudessa.

Kuormituksen vähentämisen kustannukset syntyvät erilaisten panosten tarpeesta. Kustannukset ovat jaettavissa käyttökustannuksiin ja pääomakustannuksiin. Edelliset syntyvät juoksevista panoksista, jälkimmäiset investoinneista. Investoinnit voidaan jakaa ensiksi-kin alkuperän mukaan toimialoittain ja toisaalta kuoletusaika ja korko huomioon ottamalla panoksiksi kuormitustekijän yksikköä kohti. Matriisiin A_{12} tulevat mukaan käyttöpanokset ja pääomapanokset, ja näin saadaan vesiensuojeluinvestoinnit tavallaan endogeeniseksi tekijäksi, joka riippuu automaattisesti kokonaistuotannosta ja puhdistusasteesta.

Matriisin A_{12} laatimisessa esiin tulevat vaikeudet haittaavat luonnollisesti myös kuormituksen vähentämistoimissa tarvittavien peruspanosten (V_2) ja tuontipanosten (M_2) määrittämistä.

Matriisi A_{22} , joka kertoo kuormituksen vähentämistoimissa syntyvistä pilakkeista, oletettiin siis jo edellä tyhjäksi. Kun on rajoitettu pelkästään vesien kuormitukseen ja siinäkin otettu mukaan vain pari kuormitustekijää, on tämän yksinkertaistuksen vaikutus hyvin vähäinen. Matriisin A_{22} kokoaminen ei kylläkään juuri johtaisi teoreettisiin vaikeuksiin.

4.3 O s i t t a i n e n s o v e l l u t u s S u o m e n k a n s a n t a l o u d e n r a k e n n e a n a l y y s i i n

Edellä esitellyn kehikon käyttö kokonaisuudessaan Suomen kansantaloutta ja vesiensuojelun vaihtoehtoja koskevissa laskelmissa vaatisi vielä monien hankalien kysymysten selvittämisen ja suuren työmäärän tietojen kokoamisessa ja järjestämisessä. Tämä koskee nimenomaan matriisin A_{12} laatimista. Työn onnistuminen merkitsisi kuitenkin sitä, että kulutuksen, tuotannon, vesien kuormituksen ja kuormituksen vähentämistoimier sekä näiden kustannusten väliset suorat ja välilliset riippuvuudet saataisiin näkyviin, ja monet valinnat voitaisiin suorittaa vankemmin perustein.

Tässä joudutaan vielä tyytymään kulutuksen (tai laajemmin lopputuotekysynnän), tuotannon ja kuormituksen välisten riippuvuuksien tarkasteluun jättämällä kuormituksen vähentämistoimet huomiotta. Tarkoitus on selvittää lopputuotekysynnän eri komponenttien osuutta pilakkeiden synnyssä. Tämän tekee mahdolliseksi panostuotosmenetelmän kyky ottaa huomioon kaikki kerrannaisvaikutukset.

Seuraavien laskelmien pohjaksi tarvitaan matriisit A_{11} ja A_{21} .

A_{11} on kotimaisiin välituotepanoksiin perustuva panoskerroinmatriisi (taulukko 5), joka on laskettu valtiovarainministeriön KESSU-ennusteiden laatimisen yhteydessä. Se näyttää vuoden 1975 panosrakenteen. Tästä on laskettu panostuotos-käänteismatriisi $(I - A_{11})^{-1}$, jonka kukin kerroin (alkio) ilmoittaa tuotannon kokonaistarpeen rivillä mainitulta toimialalta yhden lopputuoteyksikön valmistamiseksi taulukon yläpäässä mainitulla toimialalla. (Toimialan 13. asuntojen omistus välituotepanokset on käsitelty yksityisen kulutuksen lopputuotekysyntänä.) Käänteismatriisi on esitetty taulukkona 6.

Matriisin A_{21} laatimisessa on käytetty kuormituksen määrän osalta hyväksi vesihallituksen teollisuuden vesitilaston tietoja vuonna 1974 tapahtuneesta kuormituksesta (Enckell 1977). Vuotuinen kuormitus on johdettu käyntivuorokautta kohti arvioidusta kuormituksesta. Kuormitusluvuissa on toimialan suoraan vesistöön laskeman kuormituksen lisäksi mukana myös ulkopuoliseen viemäriin johdettu kuormitus, koska on haluttu selvitellä lähinnä toimialojen rasittavuutta kuormituksen suhteen, eikä niinkään vesistöön tulevan kuormituksen määrää. Vuoden

Taulukko 5. Kotimaista alkuperää olevat välituotepanokset ilmoittava panoskerroinmatriisi
(KESSU v. 1975): matriisi A₁₁.

Toimiala

Toimiala	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1.	.00572	.00095	.22306	.00064	.00079	.00035	.00210	.00051	.00001	.00029	0	.01828	0	.00013
2.	.00004	.22948	.00300	.00113	.00423	.00543	.00048	.00101	.00042	.00138	0	.07602	0	.00725
3.	.00057	.02011	.24537	.00896	.05572	.10414	.01157	.04071	.00048	.00197	0	.00136	0	.00950
4.	.00272	.01018	.02225	.22035	.04236	.10286	.13935	.01642	.00644	.06478	0	.01741	0	.01462
5.	.01041	.03679	.03629	.02534	.17344	.13262	.09226	.05127	.04084	.05157	0	.09216	0	.10833
6.	.00077	.00169	.00216	.00287	.00027	0	0	.00128	.00559	.00389	0	.03193	0	.00728
7.	.00128	.00011	.00053	.00040	.00042	0	0	.00302	0	.02729	0	0	0	0
8.	.00034	.01372	.07700	.01909	.03075	.00167	.00687	.39496	.01832	.00864	0	.01101	0	.02015
9.	.00887	.01416	.00501	.00973	.01035	.04330	.02660	.01640	.01562	.04211	0	.03833	0	.01924
10.	.00059	.02134	.02649	.00993	.02460	.02710	.11934	.00519	.04503	.02851	0	.00303	0	.01788
11.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	.00832	.30309	0	0	.00002	0	0	0	0	.00015	0	.18590	0	.00008
13.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.	.00032	.00372	.00151	.00215	.00568	.01019	.01573	.00112	.01235	.00420	0	.00189	0	.04152

Toimialat:	1. metsätalous	6. talonrakennustoiminta	11. julkiset palvelukset
	2. kulutustavarateollisuus	7. maa- ja vesirakennustoiminta	12. maatalous
	3. puu- ja paperiteollisuus	8. sähkö- yms. laitokset	13. asuntojen omistus
	4. metalli- ja kaivannaisteollisuus	9. kauppa, pankit, vakuutuslaitokset	14. yksityiset palvelukset
	5. muu tehdasteollisuus	10. liikenne	

Taulukko 6. Panos-tuotos kään-teismatriisi vuodelta 1975: matriisi (I-A₁₁)⁻¹.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1.000000	.0226413	.3075142	.0058612	.0227643	.0357819	.0092437	.0234791	.0020354	.0032769	.0000000	.0297648	.0000000	.0000000
2	.0012417	1.3487763	.0066971	.0024927	.0077995	.0095531	.0023641	.0035442	.0013090	.0027721	.0000000	.1274440	.0000000	.0000000
3	.0023504	.0531744	1.3425643	.0220220	.0963648	.1363070	.0303484	.1000586	.0084886	.0122466	.0000000	.0266364	.0000000	.0000000
4	.0053719	.0658620	.0546510	1.2891136	.0751323	.1521327	.2002124	.0676771	.0182360	.0972213	.0000000	.0664391	.0000000	.0000000
5	.0153885	.1326233	.0211672	.0467001	1.2226852	.1030710	.1346697	.1145437	.0598654	.0773903	.0000000	.1649284	.0000000	.0000000
6	.0012137	.0191574	.0000020	.0040350	.0012673	1.0015913	.0016211	.0028708	.0061528	.0047614	.0000000	.0417040	.0000000	.0000000
7	.0013565	.0013861	.0028320	.0011407	.0018547	.0015246	1.0038631	.0056817	.0015171	.0265089	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000
8	.0022603	.0069562	.0783153	.0467661	.0765850	.0396883	.0321516	1.6743581	.0368390	.0254993	.0000000	.0417047	.0000000	.0000000
9	.0014593	.0049765	.0103154	.0152277	.0177022	.0516393	.0374537	.0314994	1.0201169	.0479295	.0000000	.0574963	.0000000	.0000000
10	.0011674	.0397451	.0417809	.0102958	.0361111	.0416739	.1319624	.0174614	.0500602	1.0366171	.0000000	.0154359	.0000000	.0000000
11	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	1.0000000	.0000000	.0000000	.0000000
12	.0015743	.5322765	.0055647	.0009924	.0011740	.0039357	.0010041	.0015658	.0003201	.0012595	.0000000	1.2761050	.0000000	.0000000
13	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	.0000000	1.0000000	.0000000
14	.0000000	.0000000	.0035421	.0036006	.0001500	.0132969	.0184997	.0035308	.0139127	.0084294	.0000000	.0034659	.0000000	1.0000000

Toimialat: 1. metsätalous

2. kulutustavarateollisuus

3. puu- ja paperiteollisuus

4. metalli- ja kaivannaisteollisuus

5. muu tehdasteollisuus

6. talonrakennustoiminta

7. maa- ja vesirakennustoiminta

8. sähkö- yms. laitokset

9. kauppa, pankit, vakuutuslaitokset

10. liikenne

11. julkiset palvelukset

12. maatalous

13. asuntojen omistus

14. yksityiset palvelukset

1974 kokonaistuotos toimialoittain on saatu KESSU-taulukkoista. Toimialajakojen yhtenäistämisen jälkeen on voitu taulukon 7 tietojen avulla laskea matriisin A_{21} kertoimet (alkiot): kuormitus tuotosyksikköä kohti eri toimialoilla. Näiden vuoden 1974 ker- toimien on oletettu pysyneen ennallaan vuoteen 1975. Matriisi A_{21} on esitetty taulukkona 8. Matriisin A_{21} kertoimet perustu- vat vuoden 1974 tuotantoon ko. vuoden hinnoin. Matriisia käyte- tään sitten vuoden 1975 hintaisen tuotannon ja kysynnän yhtey- dessä. Tiukasti ottaen jo vuodenkin ero olisi vaatinut laskel- mien tekemisen kiintein hinnoin, ja tämä on pitemmällä ajan- jaksolla välttämätöntä.

Kun jätetään kuormituksen vähentämiseksi suoritettavat lisätoi- menpiteet huomiotta (edellisiin matriiseihinhan sisältyvät jo toteutetut toimet), kertoo matriisitulo

$$X^X = A_{21}X_1 \quad (28)$$

eri kuormitustekijöiden kokonaismäärät.

Koska tässä yksinkertaistetussa tarkastelussa

$$X_1 = (I - A_{11})^{-1} Y_1, \text{ saadaan} \quad (29)$$

kuormitustekijöiden syntymisen ja lopputuotekysynnän väliseksi suhteeksi

$$X^X = A_{21} (I - A_{11})^{-1} Y_1. \quad (30)$$

Matriisi $A_{21} (I - A_{11})^{-1}$ on laskettu seuraavaksi (taulukko 9). Tämä on 4×14 -matriisi, jonka ulottuvuuksina ovat kuormitusteki- jät ja toimialat. Matriisin alkio osoittaa, kuinka paljon rivil- lä mainittua kuormitustekijää syntyy yhden lopputuoteyksikön val- mistamisessa sarakkeessa mainitulta toimialalta. Yhdistämällä tä- mä tieto erilaisiin lopputuotevektoreihin saadaan selville näi- den synnyttämä kuormitus, kun toimialojen välisten suhteiden kaik- ki kerrannaisvaikutukset on otettu huomioon.

Taulukossa 9 ja muutamissa muissa taulukoissa kuormituksen määrä ilmoitetaan eri kuormitustekijöiden määrien lisäksi päästöyksik-

Taulukko 7. Kokonaistuotos vuonna 1974 toimialoittain ja teollisuuden aiheuttama välitön kuormitus.

	kokonaistuotos ¹⁾	kiintoaine	BHK ₇	fosfori	typpi
	Mmk	tonnia/v	tonnia/v	tonnia/v	tonnia/v
1. metsätalous	5 256.0	0	0	0	0
2. kulutustavarateollisuus	17 148.0	9 892.5	22 621.9	338.2	2 244.7
3. puu- ja paperiteollisuus	20 187.9	185 403.0	408 825.0	527.8	5 061.2
4. metalli- ja kaivannaisteollisuus	21 056.8	6 455.8	190.5	10.5	1 741.7
5. muu tehdasteollisuus	15 995.8	6 921.6	7 835.0	94.3	1 639.4
6. talonrakennustoiminta	12 761.8	0	0	0	0
7. maa- ja vesirakennustoiminta	4 651.9	0	0	0	0
8. sähkö- yms. laitokset	5 996.2	0	0	0	0
9. kauppa, pankit, vakuutus	11 815.1	0	0	0	0
10. liikenne	8 608.3	0	0	0	0
11. julkiset palvelukset	9 971.8	0	0	0	0
12. maatalous	7 699.3	0	0	0	0
13. asuntojen omistus	3 198.8	0	0	0	0
14. yksityiset palvelukset	5 261.2	0	0	0	0
yhteensä	149 608.9	208 672.9	439 472.4	970.8	10 686.9

¹⁾ennakkotieto

Taulukko 8. Tuotosyksikköä kohti syntyvä välitön kuormitus toimialoittain (vuonna 1974): matriisi A₂₁ (transpoosi).

	kiintoaine	BHK ₇	fosfori	typpi
	tonnia/Mmk	tonnia/Mmk	tonnia/Mmk	tonnia/Mmk
1. metsätalous	0	0	0	0
2. kulutustavarateollisuus	.57689	1.31922	.01972	.13090
3. puu- ja paperiteollisuus	9.18387	20.25099	.02615	.25070
4. metalli- ja kaivannaisteollisuus	.30659	.00905	.00050	.08272
5. muu tehdasteollisuus	.43271	.48981	.00589	.10249
6. talonrakennustoiminta	0	0	0	0
7. maa- ja vesirakennustoiminta	0	0	0	0
8. sähkö- yms. laitokset	0	0	0	0
9. kauppa, pankit, vakuutus	0	0	0	0
10. liikenne	0	0	0	0
11. julkiset palvelukset	0	0	0	0
12. maatalous	0	0	0	0
13. asuntojen omistus	0	0	0	0
14. yksityiset palvelukset	0	0	0	0

Taulukko 9. Lopputuoteyksikköä kohti syntyvä kuormitus toimialoittain:
matriisi $A_{21} (I - A_{11})^{-1}$ (transpoosi).

	kiintoaine	BHK ₇	fosfori	typpi	päästö- yksiköt [*]
	tonnia/Mmk	tonnia/Mmk	tonnia/Mmk	tonnia/Mmk	kpl/Mmk
1. metsätalous	.031	.057	.000	.003	.114
2. kulutustavateollisuus	1.338	2.922	.029	.207	8.578
3. puu- ja paperiteollisuus	12.385	27.237	.036	.350	44.084
4. metalli- ja kaivannaisteollisuus	.619	.484	.002	.117	1.335
5. muu tehdasteollisuus	1.443	2.563	.010	.157	5.497
6. talonrakennustoiminta	1.567	3.269	.005	.072	5.650
7. maan- ja vesirakennustoiminta	.400	.685	.002	.038	1.345
8. sähkö- yms. laitokset	.985	2.087	.003	.041	3.580
9. kauppa, pankit, vakuutus	.110	.203	.001	.010	.405
10. liikenne	.178	.290	.001	.019	.600
11. julkiset palvelukset	0	0	0	0	0
12. maatalous	.404	.789	.004	.044	1.824
13. asuntojen omistus	0	0	0	0	0
14. yksityiset palvelukset	.344	.667	.002	.027	1.290

*) Päästöyksiköiden määrä = K + BHK₇ + 150 P

köinä. Tämä on vain yksi mahdollinen tapa yhteismitallistaa eri kuormitustekijöiden määrät (Muhonen 1977):

$$PY = K + BHK_7 + 150P \quad (31)$$

Taulukossa 10 on esitetty ennakkotietoja vuoden 1975 lopputuotekysynnän jakautumisesta lopputuotekäytön ryhmittäin ja toimialoittain. Alimmalta riviltä nähdään kunkin ryhmän markkinahintainen arvo. Tämä markkinahintaisen bruttokansantuotteen käyttö jakautui siis vuonna 1975 seuraavasti:

Yksityiset kulutusmenot	50 091,3 Mmk
Julkiset kulutusmenot	18 137,4 Mmk
Kotimainen kiinteän pääoman bruttomuodostus	29 649,5 Mmk
Varastojen lisäys ja tilastovirhe	6 614,8 Mmk
Tavaroiden ja palvelusten vienti	24 856,1 Mmk
Miinus tavaroiden ja palvelusten tuonti	31 326,1 Mmk
Bruttokansantuotteen käyttö	yht. 98 023,0 Mmk

Taulukko 10. Lopputuotekysyntä vuonna 1975 alkuperän ja käyttötarkoituksen mukaan jaettuna. 1)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
vienti	investoinnit		yksityinen kulutus		julkisen kulutus		selvittämätön		lopputuotekysyntä		tuonti
	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	Mnk	
1. metsätalous	19,9	417,0	417,0	638,2	639,1	5,7	33,3	-540,0	540,8	569,3	137,0
2. kulutustavarateollisuus	3 094,0	35,1	43,8	10 314,8	11 761,1	404,2	435,7	403,5	1 000,2	16 334,8	3 654,2
3. puu- ja paperiteollisuus	9 066,3	51,0	72,3	850,7	926,5	176,6	220,8	591,7	605,8	10 891,7	456,1
4. metalli- ja kaivannaisteollisuus	6 793,3	3 711,7	8 122,3	1 562,4	2 716,1	291,1	701,1	1 242,9	1 362,9	19 695,7	16 530,8
5. muu tehdasteollisuus	1 672,1	117,2	604,1	2 999,3	3 876,8	754,7	1 153,5	653,3	1 480,0	8 786,5	6 081,7
6. talonrakennustoiminta	0	13 497,1	13 497,1	545,7	545,7	334,9	334,9	0	0	14 377,7	0
7. maa- ja vesirakennustoiminta	0	4 267,9	4 267,9	0	0	1 085,1	1 085,1	0	0	5 353,0	0
8. sähkö- yms. laitokset	4,9	0	0	464,8	492,8	710,5	727,2	0	0	1 180,2	418,2
9. kauppa, pankit, vakuutus	1 099,7	1 021,0	1 021,0	9 131,5	9 131,5	570,7	570,7	-369,4	342,4	11 453,5	749,4
10. liikenne	2 104,7	286,7	286,7	3 071,3	3 272,2	467,5	468,8	67,6	67,6	5 997,8	632,4
11. julkiset palvelukset	0	0	0	0	0	11 515,5	11 515,5	1 290,1	1 290,1	12 805,6	0
12. maatalous	448,9	0	0	2 000,0	2 398,3	54,5	66,4	58,0	90,0	2 561,4	1 262,4
13. asuntojen omistus	21,3	0	0	3 366,9	3 366,9	0	0	-9,1	-1,0	3 379,1	8,1
14. yksityiset palvelukset	1 312,9	0	0	3 791,6	4 201,9	276,8	277,4	0	526,3	5 381,3	1 095,8
15. yhteensä	25 638,0	23 404,7	28 332,2	38 737,2	43 328,9	16 647,8	17 590,4	3 388,6	6 224,3	107 816,3	121 113,8
16. välilliset verot miinus tukipalkkiot	-781,9		1 317,3		6 762,4	547,0	390,5			8 235,3	
17. yhteensä	24 856,1		29 649,5		50 091,3	18 137,4	6 614,8			129 349,1	31 326,1

1) emakkotietoja

Mainituista eristä vähennetään ensin lopputuotekäyttöön kohdistuvat välilliset verot nettomääräisinä (välilliset verot miinus tukipalkkiot). Saadut luvut (rivi 15) osoittavat, kuinka suuri osa toimialojen kokonaistuotoksesta käytetään kussakin lopputuotekysynnän ryhmässä. Seuraavaksi on toimialoittain erotettu se osa lopputuotekysynnästä, joka tyydytetään suoraan tuonnilla. Näin on päästy eri lopputuoteryhmien kotimaiseen tuotantoon toimialoittain kohdistamaan kysyntään (sarakkeet 1, 2, 4, 6, 8, 10). Käyttämällä näitä vektoreita lausekkeessa (30) voidaan selvittää eri lopputuotekysynnän erien vaikutus kuormituksen syntyyn. Kun sitten kunkin vektorin antamat kuormitustekijöiden määrät jaetaan kyseisen lopputuotekäytön ryhmän markkinahintaisella arvolla (alin rivi), saadaan eri kuormitustekijöiden määrät kunkin ryhmän yksikköä kohti.

Yksi toimialajaon karkeuden aiheuttama heikkous on otettava vielä tarkasteltavaksi. Pilakkeitahan ei suinkaan synny tasaisesti kunkin toimialan eri toimipaikoissa. KESSUN toimialajaossa mekaaninen ja kemiallinen puunjalostus ovat yhtenä toimialana (Puu- ja paperiteollisuus). Tähän toimialaan on kiinnitettävä erityinen huomio, koska sillä on niin suuri osuus sekä Suomen bruttokansantuotteessa että vesien kuormituksessa. Toimialan tuotannon bruttoarvosta on noin 75 prosenttia massa- ja paperiteollisuuden osuutta ja loput 25 prosenttia puuteollisuuden sekä huonekalu- ja rakennuspuusepänteollisuuden osuutta (Teollisuustilasto 1975). Toimialalta tulevan vesien kuormituksen aiheuttaa kuitenkin lähes kokonaan massa- ja paperiteollisuus. Kun selvitetään tietyn toimialan aiheuttamaa kuormitusta ottamalla huomioon myös tämän toimialan tarvitsemien panosten tuottamisen aiheuttama kuormitus jne., synnyttää erityisesti puu- ja paperiteollisuuden toimialan heterogeenisuus vaikeuksia. Matriisin A_{21} avulla saadaan selville tietyn puu- ja paperiteollisuudelta hankitun panosmäärän aiheuttama kuormitus. Tiukasti ottaen tämä pätee vain, mikäli mainitussa panoserässä massa- ja paperiteollisuuden tuotteiden osuus on noin 75 prosenttia. Jos panos sisältää pelkästään massa- ja paperiteollisuuden tuotteita, tulee panoksen tuottamisen synnyttämä kuormitus aliarvioiduksi matriisin A_{21} avulla. Jos taas suurin osa on mekaanisen metsäteollisuuden tuotteita, arvioidaan syntyvä kuormitus liian suureksi.

Taulukoiden 11 ja 12 avulla voidaan karkeasti arvioida edellä mainitun seikan merkitystä käytännössä. Taulukosta 11 näkyy eri toimialojen merkitys puu- ja paperiteollisuuden kokonaistuotoksen käyttäjänä ja siten välillisenä kuormituksen aiheuttajana. Mainittavia välituotteiden käyttäjiä ovat vain puu- ja paperiteollisuus itse (noin 25 % tuotannon bruttoarvosta), talonrakennustoiminta (noin 8 %), muu tehdasteollisuus (noin 5 %) ja ehkä kulutustavarateollisuus (noin 2 %).

Taulukko 12 antaa karkean kuvan mainittujen panosten jakautumisesta mekaanisen puunjalostuksen tuotteiden ja massa- ja paperiteollisuustuotteiden kesken toimialoittain. Mainittavista puu- ja paperiteollisuuden tuotannon käyttäjistä muut paitsi talonrakennustoiminta hankkivat valtaosan näistä panoksista massa- ja paperiteollisuudelta. Edellisen perusteella näyttäisi siltä, että mekaanisen ja kemiallisen puunjalostusteollisuuden käsitteleminen yhtenä toimialana ei tässä yhteydessä aiheuttaisi kovin suuria vääristymiä koko kansantalouden puitteissa. Kuitenkin on havaittavissa, että mainittu aggregointi johtaa jossain määrin liioittelemaan talonrakennustoiminnan osuutta välillisenä kuormituksen aiheuttajana. Tämä johtaa taas talonrakennustoiminnan tarjoamien panosten käyttäjistä lähinnä maatalouden toimialan hienoiseen ylikorostukseen. Toisaalta on huomattava, että tähän tarkasteluun ei ole otettu lainkaan maatalouden suoraan aiheuttamaa kuormitusta (eikä myöskään metsätalouden aiheuttamaa kuormitusta), joka varmasti todellisuudessa on suurempi kuin edellä mainitusta syystä johtuva yliarviointi.

4.4 T u l o s t e n t a r k a s t e l u a

Tuloksia arvioitaessa on muistettava, että kiintoaine, biologinen hapenkulutus, fosfori ja typpi eivät ole ainoat vesien pilaantumisongelman aiheuttajat. Ne ovat kuitenkin olleet keskeisessä asemassa kuormituksen tavoitetasoja määrättäessä, ja siksi esitetyn kaltaisilla laskelmilla saadaan kuva siitä, minkälaisiin kulutuksen (loputuotekysynnän) muotoihin kuormitusmäärien rajoittamisen aiheuttama rasitus lopulta ohjautuisi.

Taulukko 11. Eri toimialojen panostarve puu- ja paperiteollisuudelta prosentteina puu- ja paperiteollisuuden tuotannon bruttoarvosta v. 1975.

Toimiala	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	yht.
Toimiala															
3.	0,0	2,2	25,4	1,2	5,3	8,4	0,3	1,6	0,1	0,1	0,0	0,1	(1,2)	0,4	46,3

Taulukko 12. Eri toimialojen puu- ja paperiteollisuudelta hankkimien panosten jakautuminen (%) mekaanisen puun ja massa- ja paperiteollisuuden kesken vuoden 1965 panos-
tuotostutkimuksen (Tilastollinen päätoimisto 1969) perusteella.

Toimiala	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	osuus tuotannon brutto- arvosta n. % (Teollisuustilaston en- nakkotieto v:lle 1975)
Toimiala															
mek. puu	0	6	22	71	8	85	97	33	26	46	-	29	(87)	17	25
massa- ja pap.teoll.	100	94	78	29	92	15	3	67	74	54	-	71	(13)	83	75
yht.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	(100)	100	100

Toiseksi suoran kuormituksen lähteinä tuotantotoiminnassa on esitetty vain teollisuuden toimialat. Tietojen saaminen metsätalouden ja maatalouden suoraan aiheuttamasta kuormituksesta parantaisi huomattavasti selvityksen kattavuutta.

Panos-tuotoslaskelmat perustuvat toimialojen homogeenisuuden oletta-
mukseen, ja valitun toimialajaon karkeus (erityisesti puu- ja paperi-
teollisuuden toimialan kohdalla) aiheuttaa näin ollen jossain määrin
epätarkkuutta.

Taulukosta 13 voidaan havaita, että kuormitustekijöiden syntyminen kes-
kittyi erittäin voimakkaasti puu- ja paperiteollisuuden toimialalle.
Vuonna 1975 mainitun toimialan kokonaistuotoksen osuus koko kansan-
talouden kokonaistuotoksen arvosta oli 11 %. Sen osuus teollisuustuot-
annon bruttoarvosta oli 24 %. Kuitenkin 82 % päästöyksikköinä mita-
tusta teollisuudessa syntyneestä kuormituksesta syntyi tällä toimi-
alalla. Kulutustavarateollisuuden osuus kokonaistuotoksen arvosta oli
hieman suurempi, mutta sen osuus kuormituksesta oli enää vajaat 13 %.

Tuotantotoiminnan laajuus eri toimialoilla määräytyy lopputuotekysyn-
nän rakenteen perusteella, kun panosrakenne on annettu. Näin voimme
pitää lopputuotekysyntää kuormituksen perimmäisenä aiheuttajana ja tar-
kastella toimialoja niiden tyydyttämän lopputuotekysynnän kannalta.

Taulukosta 9 jo saatoimme havaita, että kuormitus, jonka välittöminä
aiheuttajina oli vain neljä teollisuuden toimialaa, syntyi kahdentoista
toimialan tyydyttämän lopputuotekysynnän seurauksena. Puu- ja paperi-
teollisuuden osuus on edelleen huomattava. Miljoonan markan lisäys tä-
män toimialan lopputuotekysynnässä (kulutukseen, investointeihin tai
vientiin) lisää kiintoainekuormitusta 12,4 tonnia, BHK₇-kuormitusta
27,2 tonnia, fosforikuormitusta 36 kiloa ja typpikuormitusta 350
kiloa. Toisaalta vaikka esimerkiksi sähkö- yms. laitosten toimialan
suora kuormitus oli merkitty nollaksi, sen panosten tarve muilta toimi-
aloilta aiheuttaa sen, että miljoonan markan lisäys toimialan tuot-
teiden lopputuotekysynnässä synnyttää 985 kiloa kiintoainetta, 2,1
tonnia BHK₇-kuormitusta, 3 kiloa fosforia ja 41 kiloa typpeä.

Taulukosta 14 näemme vuoden 1975 lopputuotekysynnän ja tämän aiheutta-
man kuormituksen jakaantumisen toimialoittain. Puu- ja paperiteolli-
suuden tuotteilla tyydytettiin 10 % lopputuotekysynnästä. Näiden
tuotteiden tuottaminen synnytti kerrannaisvaikutukset huomioon ottaen
kuitenkin 63 prosenttia päästöyksikköinä mitatusta kokonaiskuormituk-
sesta. Kulutustavarateollisuuden osuus lopputuotekysynnästä oli 13 %
ja kuormituksesta 16 %. Taulukossa kiinnittää huomiota talonrakennus-
toiminnan suuri osuus kuormituksesta. Lopputuotekysynnästä toimialan

Taulukko 13. Kokonaistuotos vuonna 1975 toimialoittain ja teollisuuden aiheuttama välitön kuormitus.

	kokonaistuotos		kiintoaine tonnia/v	BHK ₇ tonnia/v	fosfori tonnia/v	typpi tonnia/v	päästöyksiköitä	
	Mnk	%					lkm	%
1. metsätalous	5 071.8	3.0	0	0	0	0	0	0
2. kulutustavarateollisuus	19 937.1	11.7	11 501.5	26 301.4	393.2	2 609.8	96 782.2	12.6
3. puu- ja paperiteollisuus	18 990.3	11.2	174 404.4	384 572.4	496.6	4 760.9	633 466.8	82.3
4. metalli- ja kaiv.-teollisuus	23 626.4	13.9	7 243.6	213.8	11.8	1 954.4	9 227.4	1.2
5. muu tehdasteollisuus	16 859.9	9.9	7 295.4	8 258.1	99.3	1 728.0	30 448.5	4.0
6. talonrakennustoiminta	15 041.9	8.8	0	0	0	0	0	0
7. maa- ja vesirak.-toiminta	5 677.7	3.3	0	0	0	0	0	0
8. sähkö- yms. laitokset	7 511.2	4.4	0	0	0	0	0	0
9. kauppa, pankit, vakuutus	14 371.6	8.4	0	0	0	0	0	0
10. liikenne	9 775.3	5.8	0	0	0	0	0	0
11. julkiset palvelukset	12 805.6	7.5	0	0	0	0	0	0
12. maatalous	10 615.1	6.2	0	0	0	0	0	0
13. asuntojen omistus	3 379.1	2.0	0	0	0	0	0	0
14. yksityiset palvelukset	6 387.1	3.8	0	0	0	0	0	0
yhteensä	170 050.1	100	200 444.9	419 345.7	1 000.9	11 053.1	769 925.6	100

Taulukko 14. Lopputuotekysyntä vuonna 1975 (alkuperän mukaan) toimialoittain ja tämän aiheuttama kuormitus, kun toimialojen välisen riippuvuuden aiheuttamat kerrannaisvaikutukset otetaan huomioon.

	lopputuotekysyn- nän jakaantumi- nen alkuperän mukaan toimi- aloittain		kiintoaine tonnia/v	BHK ₇ tonnia/v	fosfori tonnia/v	typpi tonnia/v	päästöyksiköitä	
	Mnk	%					lkm	%
1. metsätalous	540.8	0.5	16.6	30.7	0.1	1.5	62.3	0.0
2. kulutustavarateollisuus	14 251.6	13.2	19 065.3	41 636.6	410.3	2 953.5	122 252.9	15.9
3. puu- ja paperiteollisuus	10 736.3	10.0	132 969.1	292 428.0	383.8	3 758.9	482 961.1	62.7
4. metalli- ja kaiv.-teollisuus	13 601.4	12.6	8 421.0	6 580.3	21.0	1 595.0	18 152.8	2.4
5. muu tehdasteollisuus	6 196.6	5.8	8 944.2	15 884.2	61.6	973.7	34 065.4	4.4
6. talonrakennustoiminta	14 377.7	13.3	22 528.0	47 001.0	78.1	1 032.1	81 239.5	10.6
7. maa- ja vesirak.-toiminta	5 353.0	5.0	2 139.8	3 669.4	9.3	204.9	7 201.1	0.9
8. sähkö- yms. laitokset	1 180.2	1.1	1 162.7	2 463.7	4.0	48.7	4 224.8	0.6
9. kauppa, pankit, vakuutus	11 453.5	10.6	1 262.3	2 326.4	7.0	113.9	4 635.7	0.6
10. liikenne	5 997.8	5.6	1 064.7	1 742.1	5.3	116.6	3 598.8	0.5
11. julkiset palvelukset	12 805.6	11.9	0	0	0	0	0	0
12. maatalous	2 561.4	2.4	1 035.7	2 020.3	10.8	113.4	4 671.6	0.6
13. asuntojen omistus	3 379.1	3.1	0	0	0	0	0	0
14. yksityiset palvelukset	5 381.3	5.0	1 849.2	3 591.7	10.0	143.0	6 942.4	0.9
yhteensä	107 816.3	100	200 458.6	419 374.5	1 001.1	11 055.2	770 008.4	100

tuotteiden osuus oli reilut 13 %. Vaikka toimialan välitön kuormitus oli nolla, osuus kokonaiskuormituksesta oli taulukon mukaan yli 10 %. Kuten on jo aikaisemmin mainittu, toimialajaon karkeus aiheuttaa kuitenkin talonrakennustoiminnan kuormitusosuuden yliarviointia.

Taulukon 15 luvut perustuvat lopputuotekysynnän jakautumiseen eri ryhmissä toimialoittain vuoden 1975 tapaan. Taulukosta nähdään, että tavaroiden ja palvelusten vienti on kuormitussisällöltään ylivoimaisesti raskain lopputuotekysynnän muoto. Tämä johtuu luonnollisesti puu- ja paperiteollisuuden suuresta osuudesta viennissä. Viennin lisääminen miljoonalla markalla johtaa kiintoainekuormituksen lisääntymiseen 5,0 tonnilla ja BHK₇-kuormituksen lisääntymiseen 10,7 tonnilla. Lisäksi se synnyttää 18 kilon fosforikuormituksen ja 200 kilon typpikuormituksen. Tämä merkitsee 18,4 päästöyksikköä. Yksityinen kulutus synnyttää 3,3 päästöyksikköä miljoonaa markkaa kohti, kiinteät investoinnit 3,1 päästöyksikköä ja julkinen kulutus 1,3 päästöyksikköä. Keskimäärin lopputuotekysynnästä syntyy 1,6 tonnin kiintoaine-, 3,2 tonnin BHK₇-, 8 kilon fosfori- ja 85 kilon typpikuormitus miljoonaa markkaa kohti.

Taulukossa 16 edellä tarkasteltu kuormitussisältö on yhdistetty lopputuotekysynnän absoluuttisiin määriin vuodelta 1975. Viennin merkitys kuormittavana lopputuotekysynnän muotona on huomattavan suuri. Viennin osuus bruttokansantuotteesta oli noin 25 %, mutta se aiheutti lähes 60 % päästöyksiköinä mitatusta kuormituksesta. Kiintoaine- ja BHK₇-kuormituksesta vienti aiheutti yli 60 % ja fosfori- ja typpikuormituksesta vajaan puolet. Yksityisen kulutuksen arvo oli 51 % bruttokansantuotteesta, ja sen seurauksena syntyi 21 % kuormituksesta. Kiinteiden investointien osalle voitiin laskea vajaat 12 % kuormituksesta ja julkisen kulutuksen osalle 3 %. Kotimaan tarpeita tyydyttävän lopputuotevalikoiman tuottaminen synnytti siis alle puolet (hieman yli 40 %) kokonaiskuormituksesta.

Taulukossa 17 on vielä esitetty eräänlainen ulkomaankaupan kuormitustase. Ensimmäisellä rivillä on tavaroiden ja palvelusten viennin arvo sekä sen aiheuttama kuormitus kotimaassa. Toisella rivillä on tuonnin arvo sekä kuormitus, jonka tuonnin sisältämän hyödykevalikoiman tuottaminen kotimaassa suurin piirtein synnyttäisi. (Laskelma on tehty lauseketta $A_{21}(I - A_{11})^{-1}Y$ käyttäen pitämällä Y-vektoria toi-

Taulukko 15. Lopputuotekysynnän yksikön aiheuttama kuormitus lopputuotekysyntäerittäin.

	kiintoaine tonnia/Mmk	BHK ₇ tonnia/Mmk	fosfori tonnia/Mmk	typpi tonnia/Mmk	päästöyksiköitä lkm/Mmk
Yksityinen kulutus	.691	1.425	.008	.070	3.278
Julkinen kulutus	.326	.654	.002	.023	1.258
Kotimainen kiinteän pääoman bruttomuodostus	.883	1.718	.003	.055	3.064
(Varastojen lisäys ja tilastovirhe)	1.445	2.953	.006	.081	5.331
Tavaroiden ja palvelusten vienti	4.996	10.687	.018	.200	18.381
Lopputuotekysyntä yhteensä	1.550	3.242	.008	.085	5.953
Bruttokansantuote (markk.hint.)	2.045	4.278	.010	.113	7.855

Taulukko 16. Bruttokansantuotteen käyttö vuonna 1975 ja kuormituksen jakaantuminen lopputuotekysyntäerittäin: mm. matriisi $A_{21} (I - A_{11})^{-1}$ (transpoosi).

	BKT-erät		kiintoaine	BHK ₇	fosfori	typpi	päästöyksiköitä	
	Mmk	%	tonnia/v	tonnia/v	tonnia/v	tonnia/v	lkm	%
Yksityinen kulutus	50 091.3	51.1	34 627.0	71 395.6	388.0	3 489.9	164 222.5	21.3
Julkinen kulutus	18 137.4	18.5	5 919.2	11 868.0	33.5	417.8	22 813.6	3.0
Kotimainen kiinteän pääoman bruttomuodostus	29 649.5	30.2	26 176.2	50 950.0	91.4	1 628.0	90 831.7	11.8
Varastojen lisäys ja tilastovirhe	6 614.8	6.8	9 558.7	19 530.8	41.2	537.9	35 263.5	4.6
Tavaroiden ja palvelusten vienti	24 856.1	25.4	124 177.6	265 630.1	447.1	4 981.7	456 877.2	59.3
Minus tavaroiden ja palvelusten tuonti	-31 326.1	-32.0	0	0	0	0	0	0
Bruttokansantuote (markk.hint.)	98 023.0	100	200 458.7	419 374.5	1 001.2	11 055.3	770 008.5	100

Taulukko 17. Ulkomaankaupan kuormitustase v. 1975.

		Viennin/tuonnin vaatiman tuotannon synnyttämä kuormitus; ylimäärä kertoo kuormituksen, jonka vienti aiheuttaa yli sen, mikä vältetään tuonnilla					
		arvo, Mmk	K,tonnia	BHK ₇ , tonnia	P, tonnia	N, tonnia	päästö- yksiköitä
Tavaroiden ja palvelusten vienti		24 856.1	124 178	265 630	447	4 982	456 858
"	tuonti	31 326.1	31 058	49 647	217	3 934	113 255
	ylijäämä	-6 470.0	93 120	215 983	230	1 048	343 603

saalta toimialoittain jaettua vientiä, toisaalta tuontia.) Asetelmas-
ta huomataan, että kauppataaseemme alijäämäisyyttä tavallaan lisää
(tai ylijäämää vähentää) huomattavasti viennin ja tuonnin kuormi-
tussisältöjen ero meille epäedulliseen suuntaan.

Edellä esitettyjen laskelmien perusteella voidaan jo tehdä joitain hy-
vin karkeita arvioita vesiensuojelukustannusten ja niiden vaikutusten
jakautumisesta kansantaloudessa. Välitöntä kuormitusta koskevat tie-
dot ilmaisevat, mille toimialoille kuormituksen vähentämisen aiheut-
tamien kustannukset ensi vaiheessa lankeavat. Valittaessa vaihtoehtoi-
sia kuormituksen vähentämishjelmia voidaan ensi vaiheen kustannusra-
situksen jakautuminen arvioida näiden tietojen perusteella.

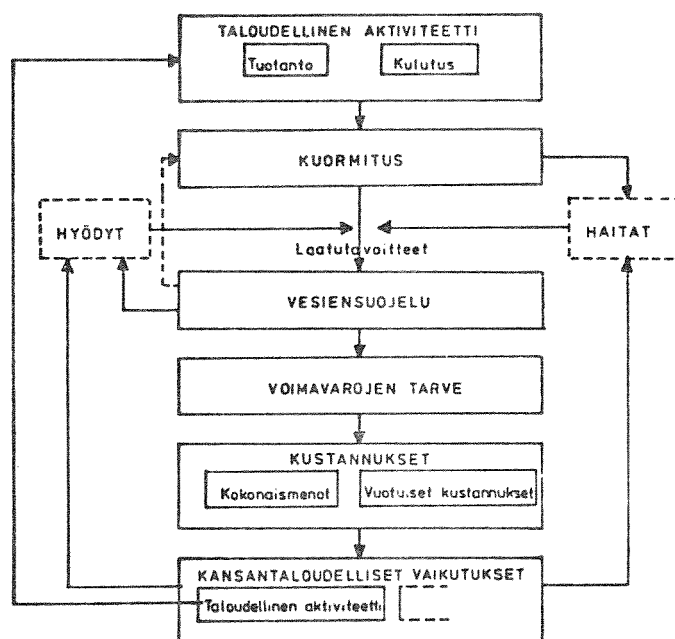
Voidaan kuitenkin olettaa, että vesiensuojelun aiheuttamat kustannuk-
set eivät jää pelkästään välittömän kuormittajan kannettaviksi, vaan
tämä siirtää kustannuslisän osittain tai kokonaan hintoihin. Eri toi-
mialojen lopputuotteisiin kohdistuvan kustannus- ja hintapaineen ja-
kautuminen selviää sitten panos-tuotosanalyysin avulla, jossa väli-
tuotekäyttö kaikkine kerrannaisvaikutuksineen otetaan huomioon, ja kuor-
mituksen syntyminen yhdistetään lopputuotekysyntään (kts. taulukot
9 ja 14). Lisäksi voidaan päätellä jotain siitä, kuinka kuormituksen
vähentämisen aikaansaama kustannus- ja hintapaine jakautuu esimerkiksi
yksityisen kulutuksen, julkisen kulutuksen, investointien ja vienti-
tavaroiden osalle (kts. taulukot 15 ja 16).

Kansantaloudelle voidaan myös ennustaa vaihtoehtoisia kehitysuria toisaalta kokonaistuotannon kasvun suhteen ja toisaalta panosrakenteen ja lopputuotekysynnän rakenteen muutosten suhteen, ja tehdä sitten edellä olevien laskelmien tapaan arvioita kuormituksen määrästä ja jakautumisesta eri vaihtoehdoilla.

5. VESIENSUOJELUKUSTANNUSTEN KANSANTALOUDELLISET VAIKUTUKSET

5.1 Y l e i s t ä

Kuvassa 4 on hahmoteltu vesiensuojelukustannusten ja näiden kansantaloudellisten vaikutusten syntymekanismia. Taloudellinen aktiviteetti aiheuttaa vesistöjen kuormitusta, jota vesiensuojelutoimin pyritään rajoittamaan. Vesiensuojelu vaatii voimavaroja, joiden tarve voidaan ilmaista kokonaismenoina tai vuotuisina kustannuksina. Näiden kansantaloudelliset vaikutukset näkyvät sitten muun muassa taloudellisen aktiviteetin muutoksina ja näiden muutosten seurausilmiöinä. Vesiensuojelutoimien laajuudesta päätetään vertailemalla kuormituksen synnyttämiä haittoja ja kuormituksen vähentämisen kustannuksia niihin hyötyihin, joita kuormituksen vähentämisellä on saavutettavissa. Tämän vertailun tekemiseksi on oltava käytettävissä mahdollisimman tarkka kuva myös vesiensuojelukustannusten kerrannaisvaikutuksista kansantaloudessa.



Kuva 4. Vesiensuojelun yhteys kansantalouteen.

5.2 K u s t a n n u s t e n a r v i o i m i s e s t a ¹⁾

Vesiensuojeluohjelman kansantaloudellisten vaikutusten arvioinnin pohjaksi tarvitaan tietoa toisaalta ohjelman aiheuttamista menoista, toisaalta kustannuksista. Menotarkastelun avulla voidaan valottaa rahoitustarvetta ja kysyntävaikutuksia, kustannustarkastelun avulla taas lähinnä sitä, kuinka vesiensuojelu vaikuttaa eri elinkeinojen kustannustasoon ja kannattavuuteen ja sitä tietä kansantalouden kokonaisuureisiin kuten kokonaistuotantoon, työllisyyteen, hintatasoon ja vaihtotaseeseen.

Menot voidaan jaotella esimerkiksi seuraavasti:

- A. Konkreettisten vesiensuojelutoimien menot
 - a. investointimenot
 - b. ylläpito- ja käyttömenot
- B. Vesiensuojelun vaatimien hallinnollisten toimien sekä tutkimus- ja kehitystoimien menot
 - a. investointimenot
 - b. juoksevat menot

Kustannusten vastaava jaottelu olisi tällöin seuraava:

- A. Konkreettisten vesiensuojelutoimien kustannukset
 - a. pääomakustannukset
 - investointitavaroiden kulumisesta ja vanhanaikaisuudesta aiheutuvat poistokustannukset
 - investointien korkokustannukset
 - b. ylläpito- ja käyttökustannukset
- B. Vesiensuojelun vaatimien hallinnollisten toimien sekä tutkimus- ja kehitystoimien kustannukset
 - a. pääomakustannukset
 - poistot
 - korot
 - b. juoksevat kustannukset
 - c. eläkevastuut ja muut laskennalliset kustannuserät

¹⁾ Vesiensuojelukustannusten arvioimista on käsitelty laajemmin julkaisussa Favorin (1978).

Meno- ja kustannustarkastelu eroavat toisistaan pääasiassa investointien osalta. Vesiensuojelutoimien aloittaminen ja laajentaminen vaativat lyhyenä ajanjaksona mittavia investointeja rakennelmiin ja laitteisiin, ja tämä synnyttää voimakkaan rahoitustarpeen lyhytaikaisen huipun (verrattuna investointitavaroiden käyttöaikaan). Investointien toteuttamisajankohtaan ajoittuu myös huomattava osa vesiensuojelutoimien synnyttämistä eri toimialoil- le suuntautuvista kysyntävaikutuksista. Mutta kun mielenkiinnon kohteena on vesiensuojelun vaikutus toisaalta eri yritysten ja toimialojen kustannustasoon ja toisaalta julkisen sektorin rahoitustarpeeseen (ja esimerkiksi verorasituksen kehittymiseen), sekä ylipäänsä voimavarojen kohdentamiseen pitemmällä aikavälillä, tarvitaan tietoa vesiensuojelun vuotuiskustannuksista. Nämä muodostuvat konkreettisten vesiensuojelutoimien investointimenoista johdettujen pääomakustannusten (joissa on otettu huomioon investointitavaroiden käyttöaika ja laskennallinen korko) lisäksi vesiensuojelutoimien ylläpito- ja käyttökustannuksista sekä vesiensuojelun vaatimien hallinnollisten toimien sekä tutkimus- ja kehitystoimien kustannuksista.

Kun tarkastellaan vesiensuojelukustannusten rahoitustarpeen ja kustannustason nousun kautta syntyviä kansantaloudellisia vaikutuksia, kiinnitetään huomio kustannusten markkamääräiseen tasoon. Kustannusten synnyttämän kysyntävaikutuksen selvittämiseksi tarvitaan kuitenkin tietoa myös vesiensuojelun panosrakenteesta eli siitä, millaisista eristä kokonaiskustannukset muodostuvat. Jako joudutaan tekemään ensiksikin työ-, energia- ja materiaalipanoksiin, ja viimeksi mainitut on edelleen jaettava kotimaisiksi panoksiksi toimialoittain ja tuontipanoksiksi. Panostarkastelun avulla päästään näin selvittämään muun muassa vesiensuojelukustannusten työllisyysvaikutuksia sekä vaikutuksia tuotannon toimialoittaiseen rakenteeseen ja ulkomaankauppaan.

Vesiensuojeluhyötyä tuottavista toimista saadaan usein myös muunlaista hyötyä. Jotkin toimenpiteet ovat yrityksille liiketaloudellisesti kannattavia, vaikka niihin alunperin on kenties ryhtytty vesiensuojeluvaatimusten pakottamina. Tämä vaatii ratkaisemaan, miltä osin vesiensuojelun vuoksi toteutettavien toimenpiteiden kustannukset lasketaan mukaan kansantaloudellisten vaikutusten

arvioinnin yhteydessä. Vesiensuojelun bruttokustannukset kattavat siis myös toimia, joihin liittyy tuotannollisia piirteitä. Vaikka näiden alkuunpanevana voimana olisivat olleetkin yksin vesiensuojelulliset perusteet, on kustannusvaikutusten tarkasteluun erotettava vesiensuojelun nettokustannukset vähentämällä kustannuksista tuotannollisten hyötyjen määrä.

Koska vesiensuojelutoimia on monesti mahdotonta erottaa yritysten muusta toiminnasta, olisikin tässä yhteydessä ehkä osuvampaa puhua vesiensuojelukustannusten sijasta vesistökuormituksen vähentämisen aiheuttamista lisäkustannuksista. Kansantaloudellisten kustannusvaikutusten selvittämiseksi ei ole tärkeää tietää, mihin toimiin on ryhdytty nimenomaan vesiensuojelun vuoksi, millainen on erilaisten toimien kuormitusta vähentävä vaikutus, tai kuinka kannattavia erilaiset kuormitusta vähentävät toimet ovat. Tärkeää on tietää nimenomaan se, kuinka paljon tietyn tuotemäärän tuottamisen kustannukset kohoavat vesistökuormituksen vähentämisen seurauksena. Tällöin on kysymys nettokustannuksista. Kustannuskysymyksistä pitkälti irrallisten kysyntävaikutusten - sen, millaisten tavaroiden ja palvelusten tarvetta vesistökuormituksen vähentämispyrkimys synnyttää - selvittämisessä vesiensuojelutoimenpiteiksi on taas katsottava ne hankkeet, joiden toteuttamisen syynä on ollut kuormituksen vähentämisen tarve.

Vesiensuojelupolitiikan toteuttamisen kansantaloudellisia vaikutuksia hahmoteltaessa on nähty mainittavan, että elinkeinoelämän osalta vesiensuojelukustannukset rajoittuvat jo käynnistettyihin toimipaikoihin, ja uusissa toimipaikoissa vesiensuojelu sisältyy tavanomaisiin tuotantokustannuksiin. Tämä on sikäli perusteltua, että voimavarat voidaan kohdentaa tulevaisuuden hankkeisiin ottaen etukäteen huomioon vesiensuojelupolitiikan aiheuttamat rajoitukset, kun taas aikaisemmin käyttöön otettujen voimavarojen uudelleen suuntaaminen on hankalaa, ja uusilla rajoituksilla on näin ollen mahdollista aiheuttaa voimavarojen tehotonta käyttöä. Jos kuitenkin halutaan tulevaisuudessakin pystyä arvioimaan tietyn vesiensuojelupolitiikan toteuttamisen merkitystä kansantaloudessa, on myös uusien toimipaikkojen vesiensuojelukustannukset oltava erotettavissa (muista) tavanomaisista tuotantokustannuksista.

5.3 K u s t a n n u s v a i k u t u s t e n a r v i o i - m i s e s t a

Vesiensuojeluohjelman laajuus riippuu pääosin kolmesta tekijästä:

- Siitä, kuinka paljon tuotanto- ja kulutustapahtumissa syntyy (ja on syntynyt) kuormitusta, ja millaista tämä on. Tämä riippuu paljon muun muassa maan teollistumisasteesta.
- Siitä, millainen ympäristön tila asetetaan tavoitteeksi.
- Siitä, kuinka paljon ympäristön omat prosessit pystyvät kuormitusta "sulattamaan".

Vesiensuojeluohjelman kansantaloudelliset vaikutukset riippuvat edellä mainittujen ohjelman laajuuteen vaikuttavien tekijöiden lisäksi mm.:

- suojelutekniikan tehokkuudesta
- siitä, kuinka nopeaan tahtiin ohjelma toteutetaan
- siitä, keiden maksettavaksi kustannukset jaetaan

Vesiensuojelukustannusten kansantaloudellisten vaikutusten arviointia on suoritettu toisaalta tyytymällä välittömien vaikutusten selvittämiseen, toisaalta ottamalla huomioon myös kansantalouden eri osien keskinäisen riippuvuuden synnyttämät välilliset vaikutukset. (Vaikutusten yleiskuvasta katso esim. OECD 1974a).

Välittömien vaikutusten suuruutta voidaan tarkastella erilaisten tunnuslukujen avulla:

- välittömän rahoituspaineen arvioimiseksi voidaan laskea vesiensuojeluinvestointien osuus kokonaisinvestoinneista toisaalta koko kansantaloudessa, toisaalta toimialoittain,
- välittömien hintavaikutusten summittaiseksi arvioimiseksi vuotuisten vesiensuojelukustannusten osuus tuotannon bruttoarvosta toimialoittain,
- välittömien työllisyysvaikutusten selvittämiseksi vesiensuojelutoimien vaatima työvoima,
- välittömien vaihtotasevaikutusten mitaksi vesiensuojelun ulkomaiset panokset ja investointien rahoittamiseen ulkomailta tarvittavien lainojen aiheuttama velanhoitomaksujen kasvu,

- välittömien kysyntävaikutusten arvioimiseksi voidaan lisäksi laskea kotimaisten materiaaalipanosten määrä tavararyhmittäin ja
- yleiskuvan saamiseksi vesiensuojelun vuotuis kustannusten osuus bruttokansantuotteesta tai toimialoittain bruttokansantuoteosuudesta.

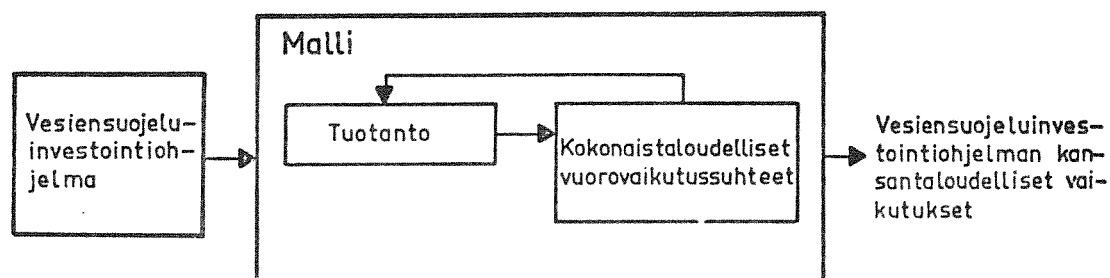
Kokonaisvaikutuksen selvittämiseksi voidaan turvautua erilaisiin kokonaistaloudellisiin malleihin. Näiden avulla voidaan pyrkiä yleisesti arvioimaan vesiensuojelukustannusten vaikutuksia talouspolitiikan keskeisiin tavoitemuuttujiin, joita lähinnä ovat:

- Kokonaistuotannon kasvu, jonka mittana käytetään yleensä bruttokansantuotteen muutosta. Sen katsotaan kertovan ihmisten kulutusmahdollisuuksista ja se nähdään usein välttämättömänä elinkeinoelämän menestymisen ja työllisyyden ylläpidon ehtona.
- Työllisyys, joka välittömän sosiaalisen merkityksensä vuoksi on keskeisessä asemassa.
- Hintataso, joka säätelee toisaalta ihmisten kulutusmahdollisuuksia ja toisaalta vientikaupan kilpailukykyä. Sillä on lisäksi tulonjaollista merkitystä.
- Tulonjako. Tärkeänä pidetään toisaalta tulojen määrällistä jakautumista, toisaalta tulojen jakautumista pääomatulojen ja työtulojen kesken.
- Rahoitustasapaino. Tämä merkitsee koko kansantalouden tasolla lopulta vaihtotaseen tasapainoa, johon ulkomaankauppa ja ulkomaisen lainanoton tarve vaikuttavat. Vaihtotaseen suotuisa kehitys lisää yleisesti kotimaisen talouspolitiikan liikkumavapautta.

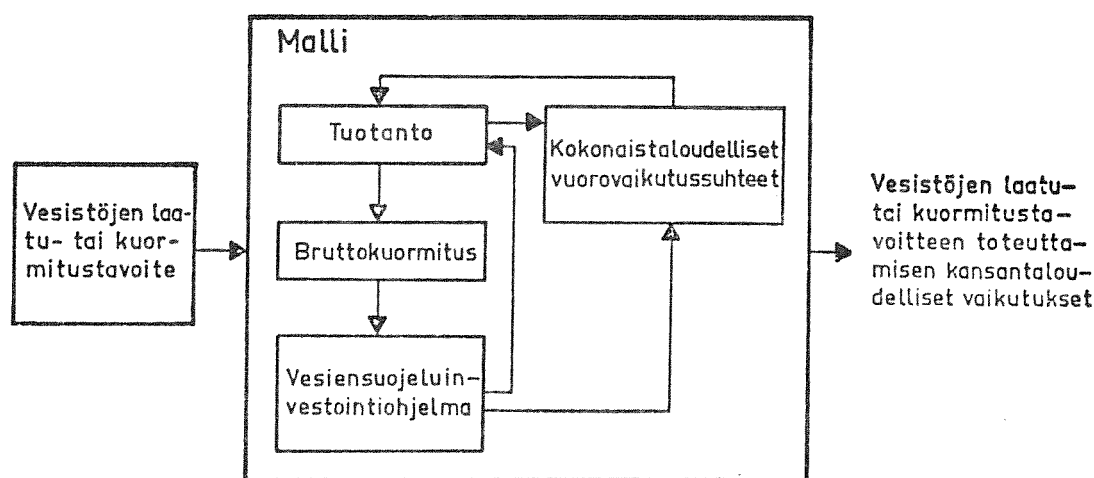
Ensi vaiheen muutokset etenevät kansantaloudessa toisaalta eri toimintojen teknisen riippuvuuden vuoksi, toisaalta havaittujen käyttäytymissuhteiden perusteella. Teknisen riippuvuuden aiheuttamat välilliset vaikutukset voidaan selvittää panos-tuotosmallien avulla, mutta käyttäytymissuhteiden kautta syntyvien vaikutusten löytämiseksi tarvitaan kokonaistaloudellinen malli, joka sisältää panos-tuotoslohkon lisäksi kokonaistaloudellisten muuttujien välisiä suhteita kuvaavan osan.

Vesiensuojelun kustannukset voivat esiintyä kokonaistaloudellisessa mallissa ulkoisina eli eksogeenisinä (kuva 5) tai sisäisinä eli endo-

geenisina (kuva 6). Edellisessä tapauksessa lähtökohtana on sopivaksi katsottu vesiensuojelun investointi- ja toimeenpano-ohjelma, jonka laajuus on määriteltä lähinnä investointien tason avulla. Jälkimmäisessä tapauksessa myös vesiensuojeluohjelman laajuus ja edelleen investointien tarve ja vesiensuojelukustannukset määräytyvät mallin avulla, kun ennalta on määrätty vesistöjen laatutavoite, hyväksyttävän jäännöskuormituksen taso tai vähentävän kuormituksen suhteellinen osuus kokonaiskuormituksesta. Tämä vaihtoehto vaatii mallin panos-tuotoslohkon laajentamisen toimialoittaista ominaiskuormitusta sekä kuormituksen vähentämisen panosrakennetta koskevilla tiedoilla.



Kuva 5. Vesiensuojeluohjelma mallissa eksogeeninen.



Kuva 6. Vesiensuojeluohjelma mallissa endogeeninen.

Vesiensuojelumenojen ja -kustannusten kansantaloudelliset vaikutukset ovat luonteeltaan kolmenlaisia:

- A. Vesiensuojelutoimien vaatimien investointien ja juoksevien menojen synnyttämän kysynnän laajentavat vaikutukset.

Materiaalipanosten tarve lisää tuotantoa niitä valmistavilla toimialoilla. Kerrannaisvaikutusten vuoksi tuotannon lisäys on vesiensuojelutoimiin tarvittavien materiaalipanosten aiheuttamaa suurempi. Työllisyyden parantuminen lisää kansantalouden palkkasummaa, mikä lisää edelleen tuotteiden kysyntää.

- B. Vesiensuojelun mahdollisesti aiheuttaman kustannus- ja hintatason nousun synnyttämät supistavat vaikutukset.

Kustannustason nousu saattaa aiheuttaa tuotannon supistuksia joillain toimialoilla kannattavuuden heiketessä. Hintatason nousu puolestaan on omiaan vähentämään kysyntää määrällisesti. Supistavat vaikutukset ovat voimakkaampia vientikaupan varaan nojautuvissa talouksissa, jos vientituotteiden hintakilpailukyky tai vientiteollisuuden kannattavuus selvästi heikkenee. On kuitenkin huomautettava, että vesiensuojeluvaatimukset saattavat monissa tapauksissa johtaa tuotannon kehittämiseen entistä kannattavammaksi.

- C. Rakenteelliset muutokset toimialoittaisessa kysynnässä ja tuotannossa sekä tulonjaossa.

Vesiensuojelutoimet aiheuttavat kysyntää niihin tarvittavia laitteita valmistavilla toimialoilla, joiden tuotanto kasvaa. Kasvun määrä riippuu hankittavien laitteiden kotimaisuusasteesta. Vastaavasti vesistöjä pahimmin kuormittavien toimialojen tuotanto saattaa kannattavuuden ja kysynnän heikkenemisen vuoksi supistua. Tulojen jakautuminen työtulojen ja pääomatulojen kesken saattaa muuttua (riippuen yritysten mahdollisuuksista siirtää kustannuspaine hintoihin ja edelleen palkansaajien mahdollisuuksista saada hyvitystä kohonneiden hintojen vuoksi). Toisaalta suhteellisten hintojen muutokset voivat vaikuttaa reaalityulojen määrälliseen jakautumiseen eri sosiaaliryhmien kesken.

5.31 Esimerkkejä arviointimenetelmien käytöstä muissa maissa

Välilliset vaikutuksetkin huomioon ottavia kokonaistaloudellisia selvityksiä on saatujen tietojen perusteella tehty ainakin OECD-yhteistyön puitteissa Hollannissa, Italiassa, Japanissa ja Yhdysvalloissa (OECD 1976), sekä lisäksi Norjassa (Førsund ja Tveitereid 1977). Tarkastelun kohteena on näissä maissa tosin ollut koko ympäristönsuojelu vesiensuojelun vaikutuksia tästä erottelematta. Menetelmät soveltuvat kuitenkin yhtä hyvin vesiensuojelutoimien vaikutusten arviointiin.

Arvioinnin lähtökohtana on kaikissa mainituissa maissa ollut usean tulevan vuoden ajanjakson kattava investointiohjelma. Tämän perusteella on laskettu myös eri toimialojen vuotuiset ympäristönsuojelukustannukset mukaan lukien arvioidut ylläpito- ja käyttökustannukset (Japania lukuunottamatta). Kaikkien mainittujen selvitysten laskentakehikko on sisältänyt tuotantotoimintaa kuvaavan panos-tuotosmallin ja kokonaistaloudellisten muuttujien välisiä suhteita kuvaavan osan. Esimerkiksi Norjassa työ on tehty valtion tulo- ja menoarvion laatimisen yhteydessä käytetyn kokonaistaloudellisen mallin avulla. Italian, Norjan ja Yhdysvaltojen malleissa ympäristönsuojelumenot on määrätty eksogeenisesti. Hollannin ja Japanin malleissa ne puolestaan määräytyvät laajennetun panos-tuotoslohkon sisällä (endogeenisesti) eri toimialojen tuotannon määrän perusteella, kun kuormituksen määrälle on asetettu ylärajat.

Panos-tuotosmallien avulla on selvitelty toimialoittain ympäristönsuojelun aiheuttamien tuotantokustannusten nousujen vaikutusta toimialan myyntihintoihin sekä näiden vaikutusten etenemistä tuotannonalojen välisten keskinäisten riippuvuuksien johdosta muille toimialoille. Makrotaloudellisten suhteiden avulla on sitten tutkittu hinnannousujen vaikutuksia kokonaistasolla, ja ympäristönsuojelun synnyttämän kysynnän kerrannaisvaikutuksia.

Malleja käyttämällä saadaan arviot ympäristönsuojeluohjelman joistain kansantaloudellisista vaikutuksista mitattuna esimerkiksi hintojen, tulojen, kulutuksen, investointien, tuotannon, työllisyyden ja vaihtotaseen muutoksina. Arviot vaihtelevat maittain muun muassa kansantalouden rakenteellisten erojen, ympäristönsuo-

jeluohjelman laajuuden ja tarkastelun kattavuuden erojen vuoksi jopa vaikutuksen suunnan osalta, eivätkä yhdessä maassa saadut tulokset näin ollen ole kovinkaan käyttökelpoisia muualla tehtävien vaikutusarvioiden apuna.

Puheena olevien tutkimusten avulla ei vielä voida vastata kysymykseen, mitkä ovat tietyn ympäristön laatutason toteuttavan ohjelman kokonaistaloudelliset vaikutukset. Niillä on kuitenkin pyritty antamaan osviittoja siitä, minkä suuntaisia ja minkä suuruusluokan muutoksia on odotettavissa, jos tietty määrä resursseja suunnataan ympäristön suojelemiseen.

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti sitä lähestymistapaa, jolla ympäristöohjelman toteuttamisen vaikutuksia on tutkittu ja yleisesti niistä tuloksia, joita makromalleilla on saatu sen jälkeen kun mallit on sopeutettu ottamaan huomioon uudet tekijät. Eri maissa tehdyt käytettävissä olleet selvitykset ovat kattavuudeltaan puutteellisia myös siinä mielessä, että eksplisiittisesti on esitetty vain osa tärkeistä kytkennöistä, ja tämä joukko vaihtelee maittain. Tämän johdosta yhteenvedo ja vertailu on vaikeaa.

5.311 Hollanti

Hollannissa on käytetty panos-tuotosmalliin perustuvaa kokonaistaloudellista mallia (Central Planning Bureau 1973; den Hartog ja Houweling 1974; OECD 1975 b), joka poikkeaa muiden maiden menettelystä siten, että erillisenä sektorina on otettu mukaan ympäristönsuojelu. Panos-tuotosmallia on laajennettu ympäristösektorilla paljolti Leontiefin esittämien periaatteiden mukaan (Leontief 1970). Näiden laajennusten jälkeen voidaan mallissa seurata pilakkeiden syntymisprosessia, niiden käsittelyprosessia ja käsittelyprosessin sivutuotteina syntyviä uusia pilakkeita (kts. taulukko 4).

Kaikki ympäristönsuojelu on katsottu uudeksi taloudellisen aktiviteetin muodoksi. Toiminnan vuotuiset juoksevat kokonaiskustannukset ovat tämän sektorin bruttotuotosta, jonka katsotaan muiden sektoreiden tuotosten lailla jakautuvan eri toimialoille ja lopputuotekysyntään.

Jakautumisen määrää kunkin sektorin aiheuttaman (potentiaalisen) kuormituksen määrä. Ympäristösektori on erotettu analyysin helpottamiseksi, koska uusia toimintoja voidaan käsitellä samoin kuin muitakin taloudellisen aktiviteetin muotoja toimintojen kilpaillessa niukoista resursseista. Ympäristönsuojelusektorin aiheuttama kysyntäpaine ja hintavaikutukset (kun tuotantokustannuksia lisäävät tältä sektorilta ostettavat uudet ympäristön hoitamisen panokset) leviävät sitten mallin riippuvuuksien mukaisesti.

5.312 Italia

Italiassa suoritettu ympäristönsuojeluohjelman kansantaloudellisten vaikutusten tarkastelu (Fazio ja Lo Cascio 1972; Lo Cascio 1974; OECD 1973; OECD 1975 c) voidaan jakaa kolmeen osaan:

- a) Analyysi niistä vaikutuksista, joita ympäristöohjelmalla on tuotantokustannuksiin ja hintoihin:
 - Selvitetään välittömät tuotantokustannusten nousut kuormittaville toimialoille asetettujen rasitusten seurauksena. Tuotantokustannuksia nostavia tekijöitä ovat ympäristönsuojelulaitteistojen ja koneistojen kuoletukset sekä käyttö- ja ylläpitokustannukset. Mahdolliset verohelpotukset otetaan huomioon.
 - Selvitetään, kuinka paljon kustannusten noususta toimialat siirtävät hintoihinsa. Tässä sovelletaan mark up -tekijöitä.
 - Selvitetään teknillisten kertoimien avulla välittömien muutosten muilla toimialoilla aiheuttamat lisäkustannukset, ja edelleen näiden välillisten vaikutusten hintoja nostava vaikutus.
- b) Analyysi lopputuotekysynnän tasojen ja toimialoittaisen jakautumisen muutoksista seuraavien tekijöiden vaikutuksesta:
 - Hinnanmuutokset, jotka merkitsevät toisaalta yleistä ostovoiman vähenemistä ja toisaalta suhteellisten hintojen muutoksia.
 - Mahdollinen verorasituksen tiukkeneminen julkisen sektorin hoitamien ympäristönsuojelutoimien rahoittamiseksi.
 - Suojelutoiminnan pääomahyödykkeiden tarpeen synnyttämä kysynnän lisääntyminen, ja tämän lisäkysynnän tuloja nostava

kerrannaisvaikutus (multiplier). Tämä kerrannaisvaikutus lasketaan panos-tuotostaulukoista ottaen huomioon vain ensimmäisen vaiheen vaikutukset.

- c) Analyysi vaikutuksista ulkomaankauppaan ja voimavarojen muodostus- ja käyttöprosessiin:
- Toimialojen hintojen nousun ja mahdollisen kilpailukyvyn heikkene-
misen aiheuttamat muutokset tuonnin ja viennin määrään ja raken-
teeseen etsitään tutkimalla toisaalta kotimaisten hintojen suh-
detta kilpailevan tuonnin hintoihin ja toisaalta viejien hinto-
jen suhdetta kilpailijoiden hintoihin.
 - Toimialoittaiset kokonaistuotannon, bkt:n ja työllisyyden uudet
tasot saadaan lopulta Leontief-tyypin panos-tuotosmallilla, kun
hintasysteemin muutokset, toimialoittaisen lopputuotekysynnän
uudet tasot (lisäkysynnän aiheuttamien muutosten jälkeen) ja tuo-
tantoteknologia (teknilliset kertoimet) on annettu.

5.313 Japani

Japanin tarkastelun (OECD 1974 b) pääpaino on seuraavissa seikoissa:

- a) Ympäristönsuojeluinvestointien ekspansiiviset vaikutukset.
 - b) Investointiohjelmasta aiheutuvat kustannusten ja hintojen nousut;
näiden ekspansiivisia muutoksia eliminoiva vaikutus.
 - c) Rakenteelliset muutokset toimialoittaisessa kysynnässä ja tuotok-
sessa.
- a) Ympäristöohjelman voimavarojen tarve on suhteutettu uusiin (ole-
tettuihin) laatustandardeihin ja syntyvän kuormituksen määrään.
Voimavarojen tarpeen synnyttämän kysynnän pohjalta määräytyvät
ekspansiiviset vaikutukset.

Toimialoittaiset muutokset estimoidaan ensin Leontief-tyypin panos-
tuotosmallilla, joka on muunnettu ympäristönsuojelutarkasteluun so-
pivaksi käyttämällä matriiseja, jotka kuvaavat pilakkeiden syntymis-
tä ja poistamistoimia sekä jäännöskuormitusta.

Vaikutuksia on edelleen analysoitu keynesiläisellä dynaamisten ker-
toimien (multiplier) neljännesvuosimakromallilla (noin 140 yhtälöä).
Mallilla on ratkaistu investoinnit ja kulutus sekä palkka-, hinta-

ja rahalliset vaikutukset suunnitteluperiodille 1972-77.

- b) Panos-tuotosmallia käytetään myös kustannus-hintasuhteiden analysoinnissa, jotta saataisiin selville toimialoittaiset hinnanmuutokset. Tässä sovelletaan mark up -tekijöitä. Näin saadaan eri lopputuotekysyntäerien hintaindeksit. Näiden hintaindeksien muutokset syötetään makromalliin ja saadaan niiden vaikutukset mm. lopputuotekysyntään ja kokonaistuotantoon.

Kohdan a) tekijöillä on siis talouteen ekspansiivisia vaikutuksia, joita kohdan b) tekijät ovat omiaan kumoamaan.

- c) Edellä mainittujen tekijöiden yhteisvaikutuksia analysoidaan edelleen toimialoittaisella panos-tuotosmallilla, jotta saadaan selville muutokset voimavarojen toimialoittaisessa kohdentamisessa. Näitä suhteita voidaan analysoida dynaamisilla hinnanmääräytymisfunktioilla ja panos-tuotosriippuvuuksilla.

Edellä mainittuja yhteyksiä tutkittaessa on Japanin selvityksessä edetty seuraavin vaihein:

1. Välittömien ympäristönsuojelukustannusten arvioiminen toimialoittain.
2. Kustannusten välittömästi ja välillisesti aiheuttamien hinnannousujen arvioiminen toimialoittain.
3. Uusien hintojen muuttaminen lopputuotteiden hintaindeksiksi.
4. Ympäristönsuojeluinvestointien arvioiminen 1.:n pohjalta toimialoittain.
5. Kohtien 3. ja 4. muuntaminen makromallimuuttujiksi.
6. Makromallisimuloinnit.
7. Makromallisimuloinnin tulosten muuntaminen takaisin toimialoittaiseksi kokonaistuotannoksi ja työllisyydeksi.

5.314 Yhdysvallat

Yhdysvaltain mallissa (Evans 1973; OECD 1975 d) ongelman analysoinnin päävaiheet ovat seuraavat:

1. Arvioidaan toimialojen kustannuslisät. Lasketaan uusien ympäristön laatustandardien aiheuttamat investoinnit ja vuotuiset kustannukset. Vuotuiset kustannukset sisältävät pääomakustannukset (kuoletukset ja korot) ja ylläpito- ja käyttökustannukset.
2. Tutkitaan kustannusten lisän siirtymistä hintoihin. Tässä sovelletaan mark up -tekijöitä, jotka on saatavissa toimialoittain. Ennen näiden soveltamista lasketaan hypoteettinen hinnannousu sillä perusteella, että yritys pyrkii
 - a) peittämään kokonaisuudessaan uuden ohjelman aiheuttamat vuotuiset kustannukset (olettaen, että nämä uudet toiminnot eivät lisää kokonaistuotosta),
 - b) säilyttämään aikaisemman voittomarginaalin uudella, laajentuneella pääomapohjalla. Perinteellisen mittaustavan mukaan tuottamaton ympäristönsuojelupääoma aiheuttaa tätä tietäkin hinnankorotuspainetta.

Mark up -tekijä ilmaisee, kuinka suuren osan kukin (kuormittava) toimiala pystyy kustannusten lisästä siirtämään hintoihin. Näin saadaan ympäristönsuojelukustannusten välittömät vaikutukset eri toimialojen hintoihin.

3. Selvitetään, miten hinnannousut leviävät eri toimialoille. Panos-tuotostaulujen avulla saadaan tietää myös välilliset kustannuslisät ja hinnanmuutokset. Nämä syntyvät, koska toimialat käyttävät tois-tensa (kuormittavien) tuotteita panoksinaan.
4. Muutetaan lopputuotekysyntäerittäin (toimialoittain) saadut hinnannousut ex ante -nousuiksi aggregaattikysyntäluokittain (esimerkiksi ruokatavarateollisuuden hinnannousu kuluttajahintaindeksin ravintokomponentin nousuksi).
5. Sovelletaan jälleen mark up -tekijöitä aggregaattikysynnän tasolla. Edellisessä vaiheessa saadut ex ante -nousut saatiin oletuksella, että toimialoittaiset nousut siirtyvät kokonaan aggregaattikysynnän tasolle. Mark up -tekijöiden avulla saadaan selville lopulliset hinnannousut.

6. Investointifunktiota korjataan lisäämällä vakiotermiin ympäristönsuojelun vaatimat uudet investoinnit. Pääoman kustannuksia lisätään toisaalta siinä suhteessa, minkä osuuden nämä "tuottamattomat" investoinnit muodostavat kokonaisinvestoinneista.
7. Lasketaan makromallilla dynaamiset vaikutukset ja kokonaistaloudellisten muuttujien uudet tasapainoarvot. Aggregaattikysynnän komponenttien lopulliset hinnannousut lisätään makromallin hintayhtälöiden vakioitermeihin. Toisaalta investointifunktioita muutetaan. Makromallilla saadaan tämän jälkeen tärkeimpien kokonaistaloudellisten muuttujien uudet tasapainoarvot ympäristönsuojeluohjelman toimeenpanon jälkeen.

5.315 Norja

Norjan mallityössä ympäristönsuojeluinvestointiohjelman kansantaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi rajoituttiin työn ensi vaiheessa (Førsund ja Tveitereid 1977) tarkastelemaan ympäristönsuojelun aiheuttamien kustannuspaineiden merkitystä. Sen sijaan investointien aiheuttama välitön kysynnän lisäys ja sen kerrannaisvaikutukset jätettiin toistaiseksi analyysin ulkopuolelle. Työssä keskityttiin erityisesti hintavaikutuksiin ja yrittäjätulojen muutoksiin, mutta myös teollisuustuotannon määrän, työllisyyden, palkkatason ja valuuttakurssien mahdollisiin muutoksiin vaihtoehtoisten oletusten toteutuessa kiinnitettiin huomiota. Tarkasteltavina olivat vain teollisuuden ympäristönsuojeluinvestoinnit.

Laskentakehikkona oli mm. Norjan valtion tulo- ja menoarvioiden laatimisen yhteydessä käytettävä kokonaistaloudellinen malli MODIS IV.

Työn lähtökohtana oli se, että arvioitiin toisaalta vuosina 1974-1977 ja toisaalta vuosina 1974-1983 toteutettavien ympäristönsuojeluinvestointien ko. ajanjakson päätösvuonna aiheuttamat vuotuiset nettokustannukset (pääomakustannukset + käyttökustannukset, netto). Kustannuspaineiden aiheuttamat hinnanmuutokset laskettiin kuluttajahintaindeksin ja tuotannon hintaindek-

sin muutoksina. Ympäristönsuojelukustannusten vaikutuksia hintoihin ja yrittäjätuloihin laskettaessa käytettiin kahta vaihtoehtoista oletusta toimialojen mahdollisuuksista siirtää kustannuspaine hintoihin:

- a) Yleisesti käytetty jako kilpailulta suojattuihin ja kilpailulle alttiisiin toimialoihin. Edellisten oletetaan voivan siirtää kustannuspaineen hintoihin, mutta ei jälkimmäisten.
- b) Oletetaan kaikkien siirtävän kustannuspaineen hintoihinsa. Vientihinnat ja kilpailevan tuonnin hinnat seuraavat sitten näitä hinnanmuutoksia.

Jälkimmäisen oletuksen käyttö perustuu ajatukseen, että muissa maissa toteutetaan vastaavantasoiset ympäristönsuojelutoimenpiteet.

Hintamalli ratkaistaan itsenäisesti, ja saadut kuluttajahinnan muutokset viedään sitten määrämalliin, jolla selviävät niiden vaikutukset työllisyyteen ja kokonaistuotantoon, kun kysyntä reagoi kohonneisiin hintoihin. On kuitenkin huomattava, että ympäristönsuojeluinvestointien aiheuttamaa kysyntää ja sen positiivisia kerrannaisvaikutuksia ei toistaiseksi ole otettu huomioon.

5.316 Yhteenveto käytetyistä menetelmistä¹⁾

Kaikkien edellä käsiteltyjen maiden ympäristönsuojelun vaikutusten tutkiminen perustuu kokonaistaloudelliseen mallikehikkoon, jossa on toimialojen välisiä suhteita kuvaava panos-tuotosmalli ja yleisiä kokonaistaloudellisia suhteita kuvaava osa. Uudet ympäristöohjelmat on tuotu malliin yleensä ilman, että itse mallikehikkoa olisi muutettu. Poikkeuksena on Hollannin selvitystyö, missä ympäristösektori on otettu itsenäisenä malliin.

Uuden ympäristöohjelman vaikutukset on jaettu periaatteessa kahteen tyyppiin: toisaalta lisääntyvien tuotantokustannusten aiheuttamat hintavaikutukset ja näitä seuraavat lamaannuttavat vaikutukset yksityisen kulutuksen ja viennin vähentymisen muodossa, toisaalta taas ympäristönsuojelun synnyttämän uuden kysynnän aiheuttamat ekspansiiviset muutokset kerrannaisvaikutuksineen. Jälkimmäiset on Norjassa jätetty toistaiseksi huomiotta.

¹⁾Kts. myös OECD 1976.

Hollannin ja Japanin malleissa uuden ympäristöohjelman laajuus on suhteutettu eri toimialoilla syntyvien pilakkeiden määriin; Italian, Norjan ja Yhdysvaltojen malleilla taas on tarkasteltu kokonaistaloudellisia muutoksia tietyn eksogeenisesti määrätyn ympäristöohjelman toteuttamisen jälkeen. Hollannin malli ottaa huomioon myös ympäristönsuojelusektorilla syntyvän kuormituksen.

Tuotantokustannusten nousun vaikutukset

Italian, Japanin, Norjan ja Yhdysvaltojen tarkasteluissa on laskettu eri toimialojen myyntihintojen nousu kustannus-hintajoustokertoimien avulla. Mark up -tekijöiden avulla on siten selvitetty, kuinka suuren osan kukin toimiala pystyy ympäristöohjelman aiheuttamasta tuotantokustannusten noususta siirtämään hintoihinsa. Tämä osuus on usein pienempi kuin yksi, minkä vuoksi monet yritykset joutuvat tyytymään pienempään voittomarginaaliin. Uusissa hinnoissa on otettu huomioon tuotantokustannusten nousun välittömät ja välilliset vaikutukset, mikä merkitsee sitä, että uusi ympäristöohjelma vaikuttaa kuormittamattomaankin toimialaan sikäli kuin tämä käyttää panoksina kuormittavan toimialan tuotteita. Nämä välilliset vaikutukset saadaan selville panos-tuotostaulujen teknillisten kertoimien avulla. Toimialoittaisista tuotannon hintaindeksistä on lopulta johdettu uudet lopputuotteiden hintaindeksit.

Tuotantokustannusten nousu vaikuttaa edelleen yksityisen kulutuksen ja viennin joustojen kautta lopputuotekysyntäerien määrälliseen kehitykseen.

Japanin ja Yhdysvaltojen malleissa mark up -joustojen arvon esitetään riippuvan tuotantokapasiteetin käyttöasteesta ja työn kustannuksista. Näin kokonaiskysynnän laskun ja sitä seuraavan työttömyyden deflatoriset vaikutukset jarruttavat inflaatioprosessia. Yhdysvaltain mallissa on toisaalta inflaatiiovauhtia voimistavana tekijänä se, että korkeammat hinnat johtavat kasvaviin palkka-vaatimuksiin. Tämä on omiaan nostamaan kustannus-hintajouston arvoa ja siis voimistamaan hinnannousuja. Hollannin mallissa sen sijaan tämä yhteys on katkaistu. Perusteena on ajatus, että ympäristönsuojelun hyväksi muuttuneet arvostukset olisivat ristiriidassa sen kanssa, että palkkoihin vaadittaisiin täydellinen kompensatio ympäristönsuojelun aiheuttamasta hintojen noususta.

Hollannin mallissa oletetaan kuluttajan reagoivan vain vähentämällä (ympäristön pilaantumista aiheuttavien tuotteiden) kulutustaan.

Kysynnän kerroinvaikutukset

Italian ja Yhdysvaltain malleissa investointifunktion vakiotermiä on korjattu ympäristönsuojelun vaatimien investointien määrällä. Hollannin ja Japanin malleissa on mukana tarvittava muuttuja, jotta investointien lisäys saadaan vastaavasti näkyviin. Traditionaalisen kerroinmekanismin (multiplier) kautta tämä investointien lisäys aiheuttaa lopulta sitä suuremman lisäyksen lopputuotekysynnässä. Italian mallissa tämä kerroinvaikutus on laskettu suoraan panos-tuotostaulukoista, ja vain menojen ensi vaiheelle. Italian mallissa on esitetty erilaisia suhdannevaihtoehtoja, ja kerroinvaikutuksen suuruus riippuu valitusta suhdannetilanteesta.

Alkuperäisten investointien lisäksi tulevat johdetut investoinnit. Tämä merkitsee sitä, että osa investoinneista syntyy kokonaiskysynnän tason funktiona. Tätä vaikutussuhdetta ei ole kuitenkaan malleissa spesifioitu tarkemmin. Johdettujen investointien mukaan ottaminen ei välttämättä merkitse ekspansiivista tekijää. Itse asiassa ympäristönsuojelun vaatimien investointien aiheuttama pääoman lisäkysyntä saattaa osaksi eliminoidua johdettujen investointien vähene- misestä, jos yksityinen kulutus ja vienti vähenevät. Hollannin ja Italian malleissa näin näyttää tapahtuvan. Toisaalta johdettujen investointien mahdollisella lisäyksellä on ekspansiivisia vaikutuksia lyhyellä aikavälillä kerroinmekanismin kautta ja pitemmällä aikavälillä toimialojen tuotantokapasiteetin nousun muodossa.

Ympäristönsuojelupääoman kysynnän lisääntymisestä saattaa olla vielä eräitä seurauksia, jotka ovat omiaan vähentämään ympäristönsuojelun aiheuttaman lisäkysynnän ekspansiivisia vaikutuksia. Ensiksikin korkotaso mahdollisesti nousee, mikä osaltaan vähentää yksityisiä investointeja; samoin vaikuttavat tiukentuvat luottoehdot. Nämä tekijät on otettu huomioon Japanin ja Yhdysvaltain selvityksissä. Italian tarkastelun joissain politiikkavaihtoehtoissa näiden tekijöiden vaikutuksia on eliminoidu yrityksille annetun julkisen tuen avulla. Yhdysvaltain mallissa on vielä otettu huomioon (tuottavien) investointien kohonneiden tuottovaatimusten investointien määrää vähentävä

vaikutus. Nämä kohonneet tuotto-odotukset johtuvat siitä, että "tuottamattoman" ympäristönsuojelupääoman osuuskin lankeaa perinteellisten investointien tuotolla katettavaksi.

Kaikista malleista on yleisesti sanottava, että ne ovat suhteellisen jäykkiä, sillä

- teknillisen kehityksen vaikutuksia ei juuri ole voitu ottaa huomioon
- malleihin ei ole voitu sisällyttää ympäristön laadun parantumisen vaikutuksia suoraan ihmisiin, tuotanto-olosuhteisiin, terveydenhuollon tarpeeseen jne.

5.317 Mallien antamista tuloksista

Aikaisemmin jo mainittiin eri maiden ympäristönsuojeluohjelmien vaikutusten vertailukelpoisuutta heikentäviä tekijöitä. Tämän vuoksi malleilla saadut muutokset kansantalouden tärkeimmissä komponenteissa saattavat hyvinkin vaihdella maittain ilman, että varsinaisissa vuorovaikutusmekanismeissa olisi periaatteellisia eroja. Joka tapauksessa eri maiden mallit antavat - ehkä Japania lukuunottamatta - suhteellisen yhdensuuntaisia tuloksia, jotka osoittavat kansantalouden muutosten suuntaa ympäristönsuojeluohjelman toteuttamisen jälkeen.

Hinnat

Kaikki mallit antavat tulokseksi suhteellisen pieniä hinnannousuja lopputuotekysynnän eri erille. Suurimman vaikutuksen alaisilla toimialoilla tosin saattaa esiintyä yli kymmenen prosentinkin nousuja. Vientihintojen nousut ovat suurempia kuin nousut kuluttajahinnoissa. Ohjelman toteuttamisen alkuvaiheessa hintojen nousu on voimakkaampaa, ja erot perustasoon kapenevat myöhemmin. Tämän ilmiön on todettu Japanin mallissa johtuvan nimenomaan tuotantokapasiteetin käyttöasteen alenemisesta.

Yksityinen kulutus

Hintojen nousut ja kysyntäjoustot ovat omiaan vähentämään yksityistä kulutusta. Tämä vaikutus on havaittavissa selvästi Italian

ja Hollannin tuloksissa, sekä Yhdysvaltain mallin ennustamassa kehityksessä alkuvaiheen ekspansiivisten vaikutusten jälkeen. Yhdysvaltain malli kyllä uumoilee kulutuskysynnän jälleen vahvistuvan myöhemmin, kun kulutushintojen nousu on hidastunut. Japanin malli antaa yllättäviä tuloksia: vaikka kulutushintojen nousu on siinä voimakkaampaa, yksityinen kulutus on koko periodin ajan perustasoa korkeammalla. Ero tosin pienenee tarkasteluperiodin loppua kohden.

Investoinnit

Italian ja Hollannin mallit osoittavat selvää tuotannollisten investointien volyymin laskua johdettujen investointien laskun seurauksena. Yhdysvaltojen mallin tulokset osoittavat samoin kulutustason muutosten suuntaista käyttäytymistä: ohjelmaperiodin ekspansiivisessä alkuvaiheessa tapahtuneen investointien kasvun jälkeen ne laskevat selvästi ennustetun perustason alle, kunnes nousevat taas periodin loppuun mennessä normaaliin tasoon. Japanin mallin tulokset poikkeavat jälleen muista seuraten kulutuskysynnän muutosten poikkeuksellista suuntaa: yksityiset investoinnit ovat kaiken aikaa ennustettua perustasoa korkeammalla, joskin ero pienenee ajanjakson jälkipuoliskolla.

Tuotanto ja työllisyys

Tuotannon ja työllisyyden tasot heijastelevat edellä mainittuja kysyntäerien muutoksia. Italian mallissa näyttää siltä, että tuotannon taso pysyy jokseenkin muuttumattomana tai mahdollisesti nousee hieman. Hollannin tuloksista tuotanto näyttää selvästi laskevan, vaikka ympäristönsuojeluaktiviteetin rahallinen arvo laskettaisiin mukaan. Myös työllisyytilanne heikkenee vähän. Yhdysvaltain mallin mukaan ympäristönsuojelumenojen alkuvaiheen ekspansiiviset vaikutukset nostavat aluksi tuotannon tasoa jonkin verran ja parantavat työllisyyttä huomattavasti. Myöhemmät muutokset seurailevat kysynnän komponenttien tasojen vaihteluita. Tuotannon taso laskee perustason alle, ja työllisyys heikentyy vielä voimakkaammin. Loppuvaiheessa aktiviteetti taas lisääntyy, joskaan ei näytä aivan saavuttavan ennustettua perustasoa periodin loppuun mennessä. Japanin tapauksessa tuotannon ja työllisyyden muutokset ovat positiivisia koko periodin ajan. Nousu on voimakkaampi periodin alkupuolella.

Ulkomaankauppa

Mallit osoittavat selvää tuonnin lisääntymistä. Tätä vahvistaa erityisesti ohjelman alkuvaiheessa voimakas pääoman tarve ja kotimaisen kysynnän vahvistuminen. Hollannin, Italian ja Yhdysvaltain mallit osoittavat huomattavaa viennin kilpailukyvyyn heikkenemistä, mikä on seurausta tuotantokustannusten noususta. Japanin mallikin ennustaa viennin aluksi vähenevän, mutta myöhemmin sen odotetaan nousevan jopa perustasoennusteen yläpuolelle kilpailukyvyyn vahvistuttua.

5.32 Arviointimenetelmien soveltamisesta Suomessa

5.321 Nykyinen tilanne ja tulevaisuudennäkymiä

Vesihallituksen hyväksymässä vesiensuojelun periaateohjelmassa (Vesihallitus 1974) on yleistavoitteena muun muassa vesiin kohdistettavien toimintojen tarkasteleminen kokonaistaloudellisesti ottaen huomioon kaikki hyödyt ja kustannukset. Vesiensuojelun kustannusten kansantaloudellisten vaikutusten selvittely on Suomessa tähän mennessä rajoittunut kuitenkin välittömiin vaikutuksiin. Näistä on selvitetty lähinnä investointien synnyttämää rahoitustarvetta. Välittömän työllistävän vaikutuksen ja tuontitarpeen selvittely on myös aloitettu. Toisaalta on tarkasteltu vesiensuojelukustannusten kansantaloudellista merkitystä suhteuttamalla vesiensuojeluinvestoinnit kokonaisinvestointeihin ja bruttokansantuotteeseen sekä vuotuiskustannukset bruttokansantuotteeseen.

Vesiensuojelukustannusten kansantaloudellisten vaikutusten arviointia voidaan ajatella Suomessa tulevaisuudessa suoritettavan periaatteessa kolmenlaiselta pohjalta:

- Tyytymällä välittömien vaikutusten selvittämiseen. Tällöin tietoa tarvittaisiin lähinnä vain investointien ja vuotuis-kustannusten tasosta ja rahoitusmuodoista sekä työpanoksen ja tuontipanoksen osuudesta. Selvitystyö jäisi kuitenkin osittaistarkasteluksi, kun ei voitaisi ottaa pitkällekkään huomioon kansantalouden eri lohkojen välisiä riippuvuuksia.

- Otamalla panos-tuotosmallin avulla huomioon eri toimialojen väliset teknilliset riippuvuussuhteet. Tämän vaihtoehdon soveltamisessa tarvitaan suhteellisen yksityiskohtainen panos-tuotostaulu ja vastaavasti huomattavasti tarkempi tieto vesiensuojelutoimien panos-rakenteesta. Panos-tuotosmallin avulla päästään myös välillisten kysyntä-, hinta-, työllisyys- ja ulkomaankauppavaikutusten tarkasteluun.
- Käyttämällä kokonaistaloudellisia malleja kansantaloudellisten vaikutusten selvittämiseen. Vaihtoehto vaatii riittävän yksityiskohtaiseen tarkasteluun soveltuvan kokonaistaloudellisen mallin. Vesiensuojeluinvestoinnit ja -kustannukset voidaan malliin periaatteessa viedä hyvinkin karkeasti jaoteltuina, mutta tarkkuuden lisäämiseksi tarvitaan myös tieto vesiensuojelutoimien panos-rakenteesta. Kokonaistaloudellisen mallin käyttö antaa mahdollisuuden kaikkien kansantaloudessa vallitsevien vuorovaikutussuhteiden samanaikaiseen tarkasteluun.

Välittömien vaikutusten tutkimiseen on jo nykyisin käytettävissä olevien tietojen perusteella Suomessa kohtalaisen hyvät mahdollisuudet. Toisen vaihtoehdon toteuttamisen vaikeutena on huomattavasti tarkemman tiedon tarve vesiensuojelun panosrakenteesta ja tämän selvittämisen vaikeus teollisuuden sisäisten toimenpiteiden osalta. Kolmannen vaihtoehdon vaatimat kokonaistaloudelliset mallit taas eivät useinkaan ole sellaisenaan soveliaita käytettäväksi vesiensuojelutoimien erityispiirteiden vuoksi.

5.322 Laskentakoe kansantaloudellisten vaikutusten arvioimiseksi KESSU-mallilla

Yhden Suomessa toteutettavaksi suunnitellun vesiensuojeluinvestointiohjelman kansantaloudellisia vaikutuksia selvitettiin kokonaistaloudellisen mallin avulla. Laskentakehikkona käytettiin valtiovarainministeriön kansantalousosaston keskipitkän ajan ennuste- ja suunnittelumallia (KESSU)¹⁾.

Tarkasteltavaksi otettiin vuosien 1976 ja 1982 välinen seitsemän vuoden investointiohjelma. Ohjelman markkamääräinen suuruus valittiin

¹⁾ Kts. liite

siten, että se vastaa vuosina 1976 - 1978 toteutunutta tai arvioitua tasoa ja vuosina 1979 - 1982 maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan tarkistetussa yleissuunnitelmassa esitetyn muutos- ja kehittämismallin tasoa. Teollisuuden osalta ohjelma noudattaa myös vuoden 1974 valtion tulo- ja menoarviossa esitettyä vesiensuojeluinvestointien kymmenvuotishjelmaa siten muutettuna, että alkuvuosien jälkeensäneisyys on suunniteltu kurottavaksi umpeen tarkastelujakson loppuvuosina.

Työn tarkoituksena oli ennustaa KESSU-mallin avulla vuosien 1976 - 1982 taloudellinen kehitys edellä mainitun investointiohjelman toteutuessa, ja verrata sitä vaihtoehtoon, jossa mainittuja investointeja ei lainkaan toteuteta. Jälkimmäisen vaihtoehtoon mukaisen ennusteen perustana olevien investointi- ja kustannusarvioiden on tosin katsottava jo sisältävän jossain määrin myös vesiensuojeluinvestointeja ja -kustannuksia. Perustasoennuste ei siksi kuvaa täysin ilman vesiensuojelutoimia toteutuvaa kehitystä. Vertailuasetelman pitäisi kuitenkin paljastaa, minkätyyppisiä muutoksia esimerkiksi otetun investointiohjelman toteuttaminen todennäköisesti aiheuttaisi taloudelliseen kehitykseen.

KESSU-mallilla tehtäviä laskelmia varten tarvittiin seuraavia kullekin tarkastelujakson vuodelle erikseen arvioituja tietoja:

- teollisuuden ja yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien määrä
- teollisuuden ja yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien jakautuminen pääomatavararyhmittäin
- välittömän tuonnin osuus vesiensuojeluinvestoinneissa
- vesiensuojelutoimien aiheuttamat vuotuiset nettokustannukset toimialoittain
- vesiensuojelutoimien ylläpito- ja käyttökustannukset kustannuslajeittain
- vesiensuojeluinvestointien rahoitusmuodot.

5.322.1 Lähtötietojen arviointi

KESSU-laskelmissa käytetyt, vesiensuojelun investointiohjelmaa koskevat arviot ja näiden laskentaperusteet esitetään seuraavaksi.

Kaikki laskelmat on tehty käytetyn malliversion perusvuoden mukaisesti vuoden 1975 hintaisina. Perustiedot on muunnettu yhteiseen hintatasoon vesihallituksen teollisuuden vesitilastossa ja vesihuolto-tilastossa omaksuttujen käytäntöjen mukaisesti. Niinpä teollisuuden vesiensuojelutoimien hintaindeksinä on käytetty yhdistettyä indeksiä, jossa rakennuskustannuksilla ja tukkuhintojen tavararyhmällä 7 (koneet ja laitteet sekä kuljetusvälineet) on yhtä suuri paino. Yhdyskuntien vesiensuojelutoimien hintaindeksinä on käytetty rakennuskustannusindeksiä. Pääasiallisina tietolähteinä ovat kustannustietoja laskettaessa olleet teollisuuden vesitilasto (Enckell 1976, 1977) sekä vesihuoltotilasto (Vesihallitus 1976a, 1977).

Investoinnit

Vesiensuojeluinvestoinnit edustavat kansantaloudellisten vaikutusten tarkastelussa pääasiallista kysyntätekijää. Niiden määrä ja jakautuminen on myös pohjana arvioitaessa tarkastelujakson vuotuisia vesiensuojelukustannuksia.

Kuten edellä mainittiin, investointiohjelman suuruus (taulukko 18) valittiin maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalan tarkistetussa yleissuunnitelmassa vuosille 1979-82 esitetyn muutos- ja kehittämisvaihtoehdon perusteella ohjelman kolmea ensimmäistä vuotta lukuunottamatta. Vuodelle 1976 käytettiin toteutettuja investointeja ja vuodelle 1977 arvioita teollisuudessa (Ruonala 1977) ja yhdyskuntien viemärilaitoksissa (Jokela 1977) toteutuvista investoinneista. Vuoden 1978 investointien ajateltiin jo nousevan vuodeksi 1979 suunniteltujen investointien suuruiseksi.

Vesiensuojeluinvestointien aiheuttaman kysyntäruiskeen suuntautumisen selvittämiseksi tarvittiin arvio investointien jakautumisesta pääomaryhmiin talonrakennukset, maa- ja vesirakennukset sekä koneet ja laitteet. Arvio jäi pakosta summittaiseksi, sillä tästä kansantalouden tilinpidon käsitteistön mukaisesta jakautumasta ei ollut juuri saatavissa tietoja. Tilastokeskuksen tekemää kansantalouden tilinpidon tiedonkeruuta varten ei ylipäänsä ole esitetty täsmällisiä perusteita jätevedenpuhdistamoinvestointien osittamisesta talonrakennuksiin sekä maa- ja vesirakennuksiin.

Taulukko 18. Vesiensuojeluinvestoinnit vuosina 1976-1982 vuoden 1975 hintoihin, milj. mk, ja näiden investointien prosenttiosuudet¹⁾ tehdasteollisuuden ja kuntien²⁾ investoinneista sekä koko pääomanmuodostuksesta.

vuosi	tehdasteollisuus		yhdyskunnat		yhteensä	
	milj. mk	%	milj. mk	%	milj. mk	%
1976	110	2,2	133	3,5	243	0,9
1977	40	0,9	129	3,6	169	0,7
1978	191	5,1	182	5,2	373	1,5
1979	191	4,8	182	5,2	373	1,5
1980	191	4,0	182	5,1	373	1,5
1981	292	5,0	190	5,1	482	1,8
1982	292	4,5	190	5,0	482	1,7

1) Investointiosuudet on Kaski (1978) laskenut kansantalouden kehitysarvion perusteella.

2) Yhdyskuntien viemärilaitoksista on liittymäärällä painotettuna noin 95 % kunnallisia laitoksia.

Teollisuuden vesiensuojeluinvestoinneista on vuosina 1971 - 1976 kohdistunut 63 % sisäisiin ja 37 % ulkoisiin toimenpiteisiin. Jos ajatellaan sisäisten investointien muodostuvan kokonaisuudessaan koneista ja laitteista ja ulkoisten toimenpiteiden pääomatavara- jaon noudattavan yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien jakautumaa (kts taulukko 20), voidaan teollisuuden vesiensuojeluinvestointien olettaa jakautuvan pääomatavararyhmiin taulukon 19 mukaisesti.

Taulukko 19. Arvio teollisuuden vesiensuojeluinvestointien jakautumisesta eri pääomatavararyhmiin.

		talon- raken- nukset	maa- ja vesira- kennuk- set	koneet ja laitteet
sisäiset toimenpiteet	63 %			
mistä: - talonrakenn.	-	-		
- maa- ja ve- sirakenn.	-		-	
- koneet ja laitteet	100 %			63 %
ulkoiset toimenpiteet	37 %			
mistä: - talonrakenn.	15 %	6 %		
- maa- ja vesi- rakenn.	46 %		17 %	
- koneet ja laitteet	39 %			14 %
yhteensä		6 %	17 %	77 %

Teollisuuden vesiensuojeluinvestoinneista voidaan siis edellisen perusteella laskea kuuluvan noin 6 prosenttia talonrakennuksiin, 17 % maa- ja vesirakennuksiin ja 77 % ryhmään koneet ja laitteet.

Kuten arvata saattaa, talonrakennusten osuus näyttää olevan teollisuuden vesiensuojeluinvestoinneissa huomattavasti alhaisempi ja vastavasti maa- ja vesirakennusten osuus suurempi kuin teollisuuden investoinneissa keskimäärin. Koneiden ja laitteiden osuus tuntuu vesiensuojeluinvestoinneissa olevan hieman keskimääräistä suurempi. Edellä esitettyä arviota ei kuitenkaan vielä tässä vaiheessa voitu ottaa vaikutuslaskelmissa huomioon, vaan teollisuuden vesiensuojeluinvestointien oletettiin jakautuvan pääomatavararyhmiin teollisuuden investointien keskimääräisen jakautuman mukaisesti.

Yhdyskuntien vesiensuojeluinvestoinneista on vuosina 1971-1976 käytetty 77 % jätevedenpuhdistamoihin ja 23 % vesiensuojelun vuoksi tarpeellisiin purku- ja siirtoviemäreihin. Vesihallituksen vesihuoltotoimiston yhden arvion mukaan (Palo 1976) jätevedenpuhdistamojen hankintakustannusten on oletettu jakautuvan keskimäärin seuraavasti:

varsinaiset rakennustyöt	50 %
koneistotyöt	30 %
sähkö-, instrumentointi- ja LVI-työt	20 %.

Paremmen tiedon puuttuessa oletetaan varsinaisista rakennustöistä kuuluvan 40 % talonrakennuksiin ja 60 % maa- ja vesirakennuksiin sekä luokitellaan koneisto-, sähkö-, instrumentointi- ja LVI-työt ryhmään koneet ja laitteet. Kun investoinnit purku- ja siirtoviemäriin luokitellaan ryhmään maa- ja vesirakennukset, voidaan yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien katsoa jakautuvan eri pääomatavararyhmiin karkeasti taulukon 20 mukaisesti.

Taulukko 20. Arvio yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien jakautumisesta eri pääomatavararyhmiin.

		talon- raken- nukset	maa- ja vesira- kennuk- set	koneet ja laitteet
jätevedenpuhdistamot	77 %			
mistä: - talonrakenn.	20 %	15 %		
- maa- ja vesi- rakenn.	30 %		23 %	
- koneet ja laitteet	50 %			39 %
purku- ja siirto- viemärit	23 %			
mistä: - talonrakenn.	-	-		
- maa- ja vesirakenn.	100 %		23 %	
- koneet ja laitteet	-			-
yhteensä		15 %	46 %	39 %

Yhdyskuntien vesiensuojeluinvestoinneissa talonrakennusten osuus olisi siis noin 15 %, maa- ja vesirakennusten noin 46 % ja koneiden ja laitteiden noin 39 %. Tätä pääomatavarajakoa käytettiin vaikutuslaskelmissa yhdyskuntien vesiensuojeluinvestoinneille.

Vesiensuojeluinvestointeihin sisältyvän välittömän tuonnin osuuden arvioinnissa tukeuduttiin vuoden 1975 vesiensuojelutoimikunnan mietintöön (Komiteamietintö 1975:60, s. 25-26), jossa esitetyn karkean arvion mukaan välittömän tuonnin osuus olisi noin 11 % yhdyskuntien ja noin 21 % teollisuuden vesiensuojeluinvestoinneista.

Vuotuiset nettokustannukset

Investointien synnyttämien kysyntävaikutusten lisäksi toinen pitkä kansantaloudellisten vaikutusten ketju saa alkunsa vesiensuojelutoimien aiheuttamista kustannuspaineista. Näiden vaikutusten selvittämiseksi on pyrittävä arvioimaan vesiensuojelutoimien vuotuiset nettokustannukset toimialoittain.

Kustannuspaineet laskettiin KESSU-mallissa käytettyä toimialajakoa noudattaen. Alla olevassa asetelmassa on esitetty laskelmissa käytetty toimialajako sekä sen yhteys teollisuuden vesitilastossa käytettyyn jakoon:

Kustannuspaineiden laskemisessa käytetty toimialajako	Teollisuuden vesitilaston toimialajako
Kulutustavarateollisuus	Tekstiiliteollisuus, nahka- ja turkisteollisuus, elintarviketeollisuus
Puu- ja paperiteollisuus	Massa- ja paperiteollisuus
Metalli- ja kaivannaisteollisuus	Malmikaivostoiminta, metallien perusteollisuus, metallituoteteollisuus
Muu tehdasteollisuus	Kemian teollisuus
Sähkö-, kaasu-, vesijohtoyms. laitokset	-

Yhdyskuntien viemärilaitokset kuuluvat toimialaan sähkö- yms. laitokset.

Vesiensuojelutoimien teollisuuden eri toimialoilla synnyttämien kustannuspaineiden selvittämiseksi on arvioitava ennustusjakson kullekin vuodelle investoinneista aiheutuvat pääomakustannukset, vesiensuojelutoimien käyttökustannukset sekä vesiensuojelun osuus maksetuista jätevesimaksuista. Lisäksi on otettava huomioon toimenpiteistä saatavat liiketaloudelliset tuotot.

Pääomakustannukset laskettiin toimialoittain erikseen sisäisille ja ulkoisille toimenpiteille. Teollisuuden vesitilastossa käytettyä laskentatapaa noudattaen käytettiin sisäisten toimenpiteiden investointien pitoaikana 15 vuotta ja laskentakorkona 8 prosenttia (annuiteettikerroin 0,1168), ulkoisille toimenpiteille vastaavasti 20 vuotta ja 6 prosenttia (annuiteettikerroin 0,0872)¹⁾. Pääomakustannuksia laskettaessa otettiin huomioon vuoden 1960 jälkeen toteutetut investoinnit²⁾.

Pääomakustannusten laskemiseksi oli arvioitava myös tulevien investointien jakautuminen toisaalta eri toimialoille ja toisaalta sisäisiin ja ulkoisiin toimenpiteisiin. Teollisuuden vesiensuojeluinvestointien oletettiin jakautuvan vuosina 1977 - 1982 samalla tavoin kuin keskimäärin vuosina 1971 - 1976. Tänä ajanjaksona investoinnit jakautuivat taulukon 21 mukaisesti.

Taulukko 21. Teollisuuden vesiensuojeluinvestointien jakautuminen toimialoittain sekä sisäisiin ja ulkoisiin toimenpiteisiin vuosina 1971 - 1976.

toimiala	toimialan osuus teollisuuden vesiensuojeluinvestoin- neista	sisäisten toi- menpiteiden osuus toimi- alan vesien- suojeluin- vestoinneis- sa	ulkoisten toi- menpiteiden osuus toimi- alan vesien- suojeluin- vestoinneis- sa
	%	%	%
kulutustavarateollisuus	10	60	40
puu- ja paperiteolli- suus	67	69	31
metalli- ja kaivan- naisteollisuus	6	44	56
muu tehdasteollisuus	17	49	51
yhteensä	100	63	37

Edellä mainittuja tulevien investointien määrää ja jakautumista koskevia olettamuksia perusteena käyttäen on laskettu toimialoit-

- 1) Suhteellisen pitkän pitoajan ja alhaisen koron käyttämisellä voidaan katsoa otetuksi osittain huomioon teollisuuden vesiensuojelulainojen korkotuki ja veronhuojennukset.
- 2) Elintarviketeollisuuden vuosien 1973 ja 1974 vesiensuojeluinvestoinnit jouduttiin arvioimaan lähinnä vuosien 1972 ja 1975 investointien perusteella. Investointitiedot saatiin teollisuuden vesitilastosta.

tain teollisuuden sisäisten ja ulkoisten vesiensuojelutoimenpiteiden pääomakustannukset vuosille 1976 - 1982. Ne on esitetty taulukossa 22.

Sisäisten toimenpiteiden käyttökustannusten ennustaminen on mahdollista, koska niistä ei ole ollut saatavissa tietoja menneiltäkään vuosilta. Ulkoisten toimenpiteiden käyttökustannuksia ennustettaessa on oletettu käyttökustannusten ja pääomakustannusten välisen suhteen pysyvän toimialoittain kiinteänä. Pääomapanoksen yksikköä kohti on toisin sanoen oletettu muodostuvan kiinteä määrä käyttökustannuksia, joka kylläkin vaihtelee toimialoittain. Pääomakustannusten ja käyttökustannusten välinen suhde saattaa tulevaisuudessa muuttua esimerkiksi teknillisen kehityksen, suurempiin jätevedenkäsittely-yksiköihin siirtymisen tai purku- ja siirtoviemäreiden yleistymisen vuoksi. Näitä tekijöitä ei ole kuitenkaan voitu ottaa huomioon. Pääomakustannusten ja käyttökustannusten välisen suhteen määräämisessä jouduttiin tyytymään yhden vuoden - v. 1974 - havaintoihin¹⁾. Niiden perusteella teollisuuden ulkoisten vesiensuojelutoimenpiteiden käyttökustannusten ja pääomakustannusten välinen suhde on toimialoittain seuraava:

	käyttö- kustannukset	pääoma- kustannukset
kulutustavarateollisuus	60	40
puu- ja paperiteollisuus	57	43
metalli- ja kaivannais- teollisuus	70	30
muu tehdasteollisuus	59	41

Näiden suhteiden sekä kunkin vuoden ulkoisten toimenpiteiden pääomakustannusten perusteella arvioitiin ulkoisten toimenpiteiden käyttökustannukset toimialoittain vuosille 1976 - 1982 (taulukko 22).

Useat teollisuuslaitokset johtavat jätevetensä yleiseen viemärilaitokseen puhdistettaviksi. Tällöin ne joutuvat maksamaan jätevesimaksua, josta osa on katsottava teollisuuslaitoksen vesiensuojelukustannuksiin kuuluvaksi. Osa jätevesimaksusta sensijaan menee vesien-

1) Elintarviketeollisuudesta käytettiin vuoden 1972 tietoja.

suojelutavoitteista riippumattoman, "perinteellisen" viemäröinnin kustannusten kattamiseen. Koska jätevesimaksujen määrä on kulutustavarateollisuudessa omien vesiensuojelutoimenpiteiden kustannuksiin verrattuna huomattava, otettiin jätevesimaksut huomioon kustannuspaineita laskettaessa.

Eri toimialojen maksamista jätevesimaksuista oli käytettävissä tietoja vuodelta 1974 (Enckell 1977, s. 95)¹⁾. Koska maksujen määrän muutoksia ei pystytty ennakoimaan, pidettiin ne toimialoittain muuttumattomina ennustusjaksolla. Tällöin ajateltiin tuotannon laajentumista seuraavan vedenkäytön lisääntymisen ja teollisuuslaitosten omien vesiensuojelutoimenpiteiden tehostamisen vaikutusten kumoavan toisensa. Puolet jätevesimaksuista laskettiin vesiensuojelukustannuksiksi.

Edellä kerrotuin perustein tehty arvio teollisuuden vesiensuojelun bruttokustannusten kehittymisestä on esitetty taulukossa 22.

Taulukko 22. Arvio teollisuuden vuotuisista vesiensuojelun bruttokustannuksista ilman sisäisten toimenpiteiden käyttökustannuksia vuosina 1976 - 1982, vuoden 1975 hintoihin, 1 000 mk.

Toimiala	Vuosi						
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Kulutustavarateollisuus							
1.	8 931	9 049	10 225	11 400	12 576	14 424	16 272
2.	4 460	4 600	5 266	5 932	6 598	7 590	8 582
3.	6 556	6 762	7 741	8 720	9 699	11 157	12 616
4.	3 168	3 168	3 168	3 168	3 168	3 168	3 168
5.	23 115	23 579	26 400	29 220	32 041	36 339	40 638
Puu- ja paperiteollisuus							
1.	71 851	72 632	81 591	90 550	99 509	113 465	127 420
2.	22 848	23 574	27 044	30 513	33 983	38 827	43 671
3.	30 845	31 825	36 509	41 193	45 877	52 416	58 956
4.	80	80	80	80	80	80	80
5.	125 624	128 111	145 224	162 336	179 449	204 788	230 127
Metalli- ja kaivannaisteollisuus							
1.	3 307	3 411	3 949	4 487	5 025	5 822	6 620
2.	4 010	4 120	4 642	5 164	5 687	6 404	7 121
3.	9 544	9 806	11 048	12 290	13 535	15 242	16 948
4.	450	450	450	450	450	450	450
5.	17 311	17 787	20 089	22 391	24 697	27 918	31 139
Muu tehdasteollisuus							
1.	13 066	13 457	15 333	17 210	19 087	21 425	23 764
2.	9 443	9 749	11 210	12 671	14 132	16 218	18 305
3.	13 503	13 941	16 030	18 120	20 209	23 192	26 176
4.	185	185	185	185	185	185	185
5.	36 187	37 332	42 758	48 186	53 613	61 020	68 430
Yhteensä							
1.	97 155	98 549	111 098	123 647	136 197	155 136	174 076
2.	40 761	42 043	48 162	54 280	60 400	69 039	77 679
3.	60 448	62 334	71 328	80 323	89 320	102 007	114 696
4.	3 883	3 883	3 883	3 883	3 883	3 883	3 883
5.	202 247	206 809	234 471	262 133	289 800	330 065	370 334

1. sisäisten toimenpiteiden pääomakustannukset
2. ulkoisten " "
3. ulkoisten toimenpiteiden käyttökustannukset
4. puolet maksetuista jätevesimaksuista
5. bruttokustannukset yhteensä

1) Elintarviketeollisuuden maksamat jätevesimaksut jouduttiin arvioimaan karkeasti kunnalliseen viemäriin johdetun jätevesimäärän perusteella.

Vesiensuojelun eri toimialoilla aiheuttamien kustannuspaineiden selvittämiseksi toimenpiteiden bruttokustannuksista olisi pystyttävä vähentämään toimenpiteillä saavutettavat kustannussäästöt ja suoranaiset tuotot. Näistä ei ole vielä tarkkoja tietoja saatavilla menneiltäkään vuosilta. Teollisuuslaitosten sisäisiin vesiensuojelutoimenpiteisiin tehtyjen investointien kannattavuudesta on kuitenkin likimääräisiä tietoja muutamilta toimialoilta (taulukko 23).

Taulukko 23. Vuosina 1971 - 1974 teollisuuslaitosten sisäisiin vesiensuojelutoimenpiteisiin tehtyjen investointien kannattavuus eräillä toimialoilla (Enckell 1977, s. 58).

	kannattavat	osittain kannattavat	kannattamattomat	ei tietoa	Yht.
	%	%	%	%	%
nahka- ja tekstiiliteollisuus	23	17	27	33	100
massa- ja paperiteollisuus	25	56	13	6	100
malmikaivostoiminta ja metallien perusteollisuus	12	71	15	2	100
kemian teollisuus	34	33	31	2	100

Kannattavuustietojen perusteella näyttää sisäisistä toimenpiteistä olevan suhteellisen pieni osa täysin kannattamattomia. Toimialatasolla tarkasteltuna näyttäisivät sisäisten toimenpiteiden käyttökustannukset tulevan joka tapauksessa katetuiksi tuotoilla ja kustannussäästöillä. Pääomakustannuksista vain osa näyttäisi jäävän toimialalla kustannuspainetta aiheuttavaksi tekijäksi.

Tässä työssä on tehty kaksi vaihtoehtoista nettokustannusarviota. Toisessa vaihtoehdossa on oletettu, että sisäisten toimenpiteiden tuomat kustannussäästöt ja tuotot riittävät täysin kattamaan näiden toimenpiteiden pääoma- ja käyttökustannukset. Toisen vaihtoehdon mukaan taas puolet sisäisten toimenpiteiden pääomakustannuksista jää tuotantolaitoksen nettorasitukseksi. Ulkoisten toimenpiteiden kustannukset on kokonaisuudessaan laskettu nettokustannuksiksi. Tämä merkitsee yhtäältä sitä, että jätevesien ja lietteen käsittelystä saatava tuotto on oletettu kustannusarvion epätarkkuudet huomioonottaen merkityksettömän pieneksi. Toisaalta on tehty se periaatteellinen ratkaisu,

että sisäisten vesiensuojelutoimenpiteiden mahdollisesti tuottamaa ylijäämää (jota saattaisi syntyä lähinnä puu- ja paperiteollisuudessa) ei vähennetä ulkoisten toimenpiteiden bruttokustannuksista. Teollisuuslaitoshan voisi vesiensuojeluvaatimusten puuttuessa säästää tuottamattomien ulkoisten toimenpiteiden kustannusten koko määrän rajoittamalla kuormitusta vähentävät toimenpiteensä vain kannattaviin prosessitekniisiin muutoksiin. Sisäisten toimenpiteiden nettokustannusarviossa katsottiin voitavan kannattamattomien toimenpiteiden kustannuksia katata kannattavien tuottamalla ylijäämällä siksi, että niiden oletettiin usein olevan teknillisesti sidoksissa toisiinsa. Mikäli kannattamattomat sisäiset toimenpiteet ovat teknillisesti kannattavista toimenpiteistä riippumattomia, tulisi nettokustannuksiksi periaatteessa laskea niiden kustannukset vähennettynä vain niiden itsensä synnyttämällä tuotoilla.

Nettokustannusten erillisistä kustannuslajeista on kustannuspaineita laskettaessa erityistä merkitystä pääomakustannusten lisäksi työpanokselle maksettavilla korvauksilla. Näiden osuus käyttökustannuksista oli sen vuoksi arvioitava. Tässäkin kohden jouduttiin sisäisten toimenpiteiden käyttökustannukset jättämään huomiotta. Jätevesihuollon työpanoskustannukset arvioitiin vuodelta 1974 tiedossa olleen kustannuslajeittaisen jakautuman perusteella (Enckell 1977, s. 94). Puu- ja paperiteollisuudelle arviossa käytettiin tällä toimialalla havaittua palkkojen osuutta käyttökustannuksista (20,1 %), muille toimialoille katsottiin voitavan suurta virhettä tekemättä käyttää palkkojen osuutta käyttökustannuksista keskimäärin koko teollisuudessa (15,8 %).

Arvio teollisuuden eri toimialojen vesiensuojelun nettokustannuksista vuosina 1976 - 1982 on esitetty taulukossa 25.

Yhdyskuntien viemärilaitokset kuuluvat KESSU-mallissa toimialaan sähkö-, kaasu-, vesijohto- yms. laitokset. Tämän toimialan kustannuspaineet laskettiin vähentämällä bruttokustannuksista arvioitujen erilaisten valtiontukimuotojen määrä (kts. taulukko 27).

Pääomakustannuksia laskettaessa käytettiin investointien pitoaikana 20 vuotta ja laskentakorkona 6 prosenttia (annuiteettikerroin 0,0872). Investoinnit pyrittiin arvioimaan vuodesta 1960 alkaen, vaikka 1960-luvun investoinneista vesiensuojeluun oli käytettävissä vain likimääräisiä tietoja (Vesihallitus 1976 b, s. 242). Valtion tuen määrä vähennettiin sitten pääomakustannuksista nettorasituksen arvioimiseksi.

Myös yhdyskuntien vesiensuojelutoimenpiteiden käyttökustannusten oletettiin olevan kiinteässä suhteessa pääomakustannuksiin (ennen valtion tuen vähentämistä). Tämä suhde jouduttiin arvioimaan karkeasti vuoden 1975 tietojen perusteella. Tuona vuonna yhdyskuntien vesiensuojelun pääomakustannukset olivat mainituin perustein laskettuna noin 71 milj. mk. Samana vuonna viemärlaitosten käyttö- ja kunnossapitokustannukset olivat 117,5 milj. mk, mihin sisältyy kuitenkin tarkemmin selvittämätön määrä muita kuin vesiensuojelukustannuksiksi laskettavia eriä (esim. sisäinen viemäriverkosto). Kun vesiensuojelun osuus viemärlaitosten investoinneista vuosina 1971 - 1975 oli noin 38 % (Jokela 1977) ja vesiensuojelutoimenpiteiden tiedetään viemärlaitoksissa jätevedenpuhdistamojen takia aiheuttavan suhteellisesti suuremmat käyttökustannukset, voitaneen runsas puolet mainitusta 117,5 milj. markasta laskea vesiensuojelun osalle. Tämän perusteella on ennustejaksolla vesiensuojelun käyttökustannukset arvioitu pääomakustannusten suuruiseksi. Yhdyskuntien vesiensuojelun vuotuiskustannukset (ennen valtion tuen vähentämistä) on arvioitu taulukon 24 mukaisiksi.

Taulukko 24. Arvio yhdyskuntien vesiensuojelutoimenpiteiden vuotuis-kustannusten kehittymisestä vuosina 1976 - 1982, vuoden 1975 hintoihin, 1 000 markkaa.

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
pääomakus- tannukset	82 578	93 827	109 698	125 568	140 130	155 390	170 650
käyttökus- tannukset	82 578	93 827	109 698	125 568	140 130	155 390	170 650
yhteensä	165 156	187 654	219 396	251 136	280 260	310 780	341 300

Myös yhdyskuntien vesiensuojelutoimenpiteiden käyttökustannuksista on palkkakustannusten osuus arvioitava erikseen. Viemärlaitosten käyttökustannusten jakautumisesta kustannuslajeittain oli vesihuoltotilastosta saatavana tietoja vuodelta 1975, ja tulevien vuosien palkkakustan-

nukset arvioitiin tuon vuoden osuuden mukaisina (29,6 % käyttö-kustannuksista). Mainittu osuus koskee tosin koko viemärlaitoksen toimintaa, mikä vähentää arvion tarkkuutta entisestään.

Arvio teollisuuden ja yhdyskuntien (KESSUn toimialan sähkö-, kaasu-, vesijohto- yms. laitokset) vesiensuojelun nettokustannuk-sista vuosina 1976 - 1982 on esitetty taulukossa 25.

Taulukko 25. Arvio vesiensuojelun vuotuisista nettokustannuksista vuosina 1976 - 1982 vuoden 1975 hintoihin, milj. mk.

Toimiala	Vuosi						
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Kulutustavarateollisuus							
1.	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0
2.	0,7	0,8	0,7	10,5	11,4	12,6	13,8
3.	4,5	4,6	5,3	5,9	6,6	7,6	8,6
4.	8,9	9,2	10,4	11,6	12,9	14,8	16,7
5.	14,2	14,5	16,2	17,8	19,5	22,0	24,4
6.	18,6	19,1	21,3	23,5	25,8	29,2	32,5
Puu- ja paperiteollisuus							
1.	6,2	6,4	7,3	8,3	9,2	10,5	11,9
2.	24,8	25,5	29,2	33,0	36,7	41,9	47,2
3.	22,9	23,6	27,0	30,5	34,0	38,8	43,7
4.	58,8	59,9	67,8	75,8	83,8	95,6	107,4
5.	53,9	55,5	63,5	71,8	79,9	91,2	102,8
6.	89,0	91,8	104,3	117,1	129,7	148,0	166,5
Metalli- ja kaivannais-teollisuus							
1.	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,7
2.	0,5	0,7	0,7	10,8	11,9	13,3	14,7
3.	4,0	4,1	4,6	5,2	5,7	6,4	7,1
4.	5,7	5,8	6,6	7,4	8,2	9,3	10,4
5.	14,0	14,4	16,1	17,9	19,7	22,1	24,5
6.	15,7	16,1	18,1	20,1	22,2	25,0	27,8
Muu tehdasteollisuus							
1.	2,1	2,2	2,5	2,9	3,2	3,7	4,1
2.	11,5	12,0	13,7	15,5	17,2	19,7	22,3
3.	9,4	9,8	11,2	12,7	14,1	16,2	18,3
4.	16,0	16,4	18,9	21,3	23,7	26,9	30,1
5.	23,0	24,0	27,4	31,1	34,5	39,6	44,7
6.	29,6	30,6	35,1	39,7	44,1	50,3	56,5
Sähkö yms. laitokset (yhdyskunnat)							
1.	24,4	27,8	32,5	37,2	41,5	46,0	50,5
2.	58,1	66,1	77,3	88,4	98,7	109,4	120,1
3. 4.	61,9	79,7	96,5	105,0	118,8	132,5	147,1
5. 6.	144,4	173,6	206,3	230,6	259,0	287,9	317,7
Yhteensä							
1.	35,2	39,1	45,3	51,7	57,5	64,4	71,2
2.	111,6	121,1	139,6	158,2	175,9	196,9	218,1
3.	102,7	121,8	144,6	159,3	179,2	201,5	224,8
4.	151,3	171,0	200,2	221,1	247,4	279,1	311,7
5.	249,5	282,0	329,5	369,2	412,6	462,8	514,1
6.	298,1	331,2	385,1	431,0	480,8	540,4	601,0
1. palkat							
2. muut käyttökustannukset (ml. puolet teollisuudessa maksetuista jätevesimaksuista)							
3. pääomakustannukset, vaihtoehto I ¹⁾							
4. " " , vaihtoehto II ²⁾							
5. yhteensä " , vaihtoehto I							
6. " " , vaihtoehto II							

1) Teollisuudessa ulkoisten toimenpiteiden pääomakustannukset, yhdyskunnissa pääomakustannukset vähennettynä valtion tuen määrällä.

2) Teollisuudessa ulkoisten toimenpiteiden pääomakustannukset +50 % sisäisten toimenpiteiden pääomakustannuksista, yhdyskunnissa pääomakustannukset vähennettynä valtion tuen määrällä.

Ylläpito- ja käyttökustannukset kustannuslajeittain

Vesiensuojeluinvestointien lisäksi vesiensuojelulaitteistojen käyttö ja ylläpito synnyttävät kysyntää joillakin toimialoilla. Tämän kysynnän määrä ja jakautuminen eri toimialoille arvioitiin karkeasti niiden tietojen perusteella, joita käyttökustannusten kustannuslajeittaisesta jakautumasta oli teollisuuden vesitilastosta ja vesihuoltotilastosta saatavana. Arviointiperusteena käytettiin teollisuuden jätevesihuollon käyttökustannusten jakautumaa vuodelta 1974 ja yhdyskuntien viemärilaitosten käyttökustannusten jakautumaa vuodelta 1975 (taulukko 26).

Taulukko 26. Jätevesihuollon ylläpito- ja käyttökustannusten arvioitu jakautuminen (%) kustannuslajeittain vuosina 1976 - 1982.

	palkat	energia	kunnossapito	kemikaalit	muut	yhteensä
Teollisuus	15,8	25,0	27,7	11,3	20,2	100
Yhdyskunnat	29,6	16,4	..	9,2	44,7	100

Vesiensuojeluinvestointien rahoitusmuodot

Varsinaisista eri toimialoilla syntyvistä kustannuspaineista erillisenä vaikutustekijänä on otettava huomioon se, mistä lähteistä vesiensuojeluinvestoinnit kunakin vuotena rahoitetaan. Erityistä mielenkiintoa voidaan katsoa olevan sillä, kuinka vesiensuojeluinvestointien rahoitus vaikuttaa valtion menotalouteen.

Vesiensuojeluinvestointien rahoitus on vuosille 1976 - 1977 laskettu toteutuneen ohjelman ja vuodelle 1978 valtion tulo- ja menoarvion mukaisena. Teollisuuden vesiensuojeluohjelman rahoitus vuosina 1979 - 1982 on oletettu toteutettavan vuoden 1974 tulo- ja menoarviossa esitettyjen teollisuuden vesiensuojelutoimenpiteiden rahoitusjärjestelmän yleisperiaatteiden mukaisena:

Teollisuuden oma rahoitusosuus	23 %
Suomen Pankin ja Mortgage Bank of Finland Oy:n lainat	38,5 %
Budjettilainat	11,55 %
Korkotukilainat	26,95 %
Yhteensä	100 %

Yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien rahoituksen on oletettu jakautuvan vuosina 1979 - 1982 vuosien 1973 - 1976 tapaan (Jokela 1977):

Yhdyskuntien oma rahoitusosuus	77,5 %
Korkotukilainat	13,5 %
Valtion vesiensuojeluavustukset	4,6 %
Valtion vesiensuojelutyöt	4,4 %
Yhteensä	100 %

Arvio vesiensuojeluinvestointien rahoituksen jakautumisesta on esitetty taulukossa 27. Siinä on esitetty myös karkea arvio valtion maksaman korkotukilainojen korkotuen määrän kehittymisestä. Korkotuen osuuden on oletettu teollisuuden korkotukilainoissa olevan keskimäärin 3 % ja yhdyskuntien lainoissa 5 %.

Taulukko 27. Arvio vesiensuojeluinvestointien jakautumisesta eri rahoitusmuotojen kesken sekä valtion maksaman korkotuen määrän kehittymisestä vuosina 1976 - 1982 vuoden 1975 hintoihin, milj. mk.

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Teollisuuden oma rahoitusosuus	18,4	13,0	129,8	43,9	43,9	67,2	67,2
Yhdyskuntien oma rahoitusosuus	97,2	104,6	153,8	141,0	141,0	147,2	147,2
Korkotukilainat	62,9	22,5	40,3	76,0	76,0	104,3	104,3
Mortgage Bankin lainat	47,3	15,4	30,6	73,5	73,5	112,4	112,4
Valtion budjettilainat	-	2,7	8,7	22,1	22,1	33,7	33,7
Valtion avustukset yhdyskunnille	20,8	14,1	13,2	20,6	21,4	22,9	23,6
- vesiensuojeluavustukset	8,3	6,5	5,9	8,4	8,4	8,7	8,7
- vesiensuojelutyöt	8,5	4,2	3,8	8,0	8,0	8,4	8,4
- apu työttömyyden lieventämiseksi	0,5	-	-	-	-	-	-
- korkotuki	3,5	3,4	3,5	4,2	5,0	5,8	6,5
Valtion korkotuki teollisuudelle	1,2	1,8	2,2	3,0	4,5	6,5	8,8

5.322.2 KESSU-malliin tehdvt muutokset¹⁾

Arvioitaessa vesiensuojeluinvestointien kokonaistaloudellisia vaikutuksia jouduttiin muuntamaan mallin investointi-, kokonaistuotanto-, tuonti-, työpanos-, pääomatulo-, hinta-, sekä valtion ja kuntien rahoitustarveyhtälöitä. Muutokset tehtiin pääsääntöisesti siten, että ao. yhtälöihin lisättiin eksogeenisena tekijänä vesiensuojeluinvestointien aiheuttama kysyntä- tai kustannusvaikutus.

Tässä sovellutuksessa tehdasteollisuuden investointien kehitys riippui yhteisöjen käytettävissä olevien reaalisten bruttotulojen kehityksestä. Tähän yhtälöön lisättiin eksogeeninen erä, joka kuvasi tehdasteollisuuden vesiensuojeluinvestointien kehitystä. Koska kuntien investoinnit ovat muutoinkin mallissa eksogeenisia, merkitsi kuntien vesiensuojeluinvestointien huomioonottaminen vain ao. investointien lisäämistä kuntien investointikehitykseen. Tehdasteollisuuden vesiensuojeluinvestointien pääomatavarajakautuma rakennus- sekä kone- ja laiteinvestointeihin vastasi suurin piirtein mallissa käytettyä jakautumaa. Sen sijaan vesiensuojelun rakennusinvestointien jakautumatietoa talonrakennuksiin ja maa- ja vesirakennuksiin ei voitu ottaa mallissa erikseen huomioon. Kuntien vesiensuojeluinvestointien pääomatavarajakautumatietoa on käytetty mallissa.

Vesiensuojeluinvestointien vaikutuksesta tuotantoprosesseihin ja eri toimialojen tuotantopanosten käyttösuhteisiin ei ollut käytettävissä tietoja. Kuitenkin vesiensuojeluinvestointien aiheuttama energian, kemikaalien, kunnossapidon ja muiden erien kysyntä pyrittiin karkeasti ottamaan huomioon metalli- ja kaivannaisteollisuuden, muun tehdasteollisuuden sekä sähkö- yms. laitosten kokonaistuotantoyhtälöissä. Näihin yhtälöihin lisättiin eksogeenisena tekijänä vesiensuojelutoimien käyttökustannusten synnyttämät kysyntätekijät.

Investointikysynnän lisäys ohjautuu herkästi tuontiin. Vesiensuojeluinvestoinneista voitiin arvioida, että tehdasteollisuuden ao. investointien välitön tuontipanos on noin 20 % ja kuntien noin 10 %. Tarvittavasta tuontipanoksesta oletettiin, että se on peräisin metalli- ja kaivannaisteollisuudesta. Ottamalla huomioon tältä toimialalta pe-

1) Luvun on kirjoittanut valt.kand. Eeva-Liisa Kaski

räisin olevien investointitavaroiden tuonnin joustot arvioitiin vesiensuojeluinvestointien aiheuttaman eksogeenisen tuontierän suuruus, joka sijoitettiin metalli- ja kaivannaisteollisuuden tuontiyhtälöön.

Vesiensuojeluinvestoinneista aiheutuva tuotantokustannusten kasvu koostuu käyttö- ja pääomakustannuksista. Vesiensuojeluinvestointien aiheuttamien palkkakustannusten vaikutus otettiin huomioon siten, että ao. toimialojen työpanosyhtälöihin lisättiin tätä kustannuslisää kuvaava eksogeeninen erä. Toimialan palkkasummahan muodostuu mallissa ao. toimialan palkansaajien työpanoksen ja eksogeenisen keskipalkan tulona. Pääomakustannusten vaikutus voitiin vastaavasti lisätä pääomatuloyhtälöihin. Koska mallin toimialoitaiset kokonaistuotannon hintayhtälöt ovat rakenteeltaan kustannuspaineyhtälöitä, ottavat ne automaattisesti huomioon em. palkka- ja pääomakustannusten vaikutukset hintoihin. Käyttökustannuksista muiden kuin palkkakustannusten vaikutus voitiin sen sijaan arvioida vain siten, että ao. kustannusten lisäystä kuvaavat eksogeeniset muuttujat lisättiin hintayhtälöihin. Kuntien vesiensuojelutoimien kustannusvaikutukset sijoitettiin toimialan sähkö- yms. laitokset ao. yhtälöihin, koska mallin toimialaluokituksessa kuntien viemärilaitokset sijoittuvat tälle toimialalle.

Vesiensuojeluinvestoinnit oletettiin rahoitettavaksi siten, että teollisuus hoitaa oman rahoitusosuutensa lisäämällä investoinneista aiheutuvat kustannukset tuotteidensa hintoihin, mikä osaksi kaventaa kotitalouksien kulutusmahdollisuuksia. Teollisuuden rahoittaessa investointejaan vieraalla pääomalla katsottiin sen aiheuttavan painetta kansantalouden ulkoiseen rahoitukseen ja heikentävän vaihtotasetta. Nämä olettamukset eivät aiheuttaneet malliin muutoksia. Kuntien investoinnit taas oletettiin rahoitettavaksi siten, että noin kolmeneljäsosaa tarvittavasta rahoituksesta kunnat hankkivat korottamalla veroäyrin hintaa¹⁾, mikä merkitsee kansantalouden veroasteen kohoamista ja voimavarojen uudelleenohjautumista kulutuksesta investointeihin. Neljäsosan rahoituksesta oletettiin muodostuvan kuntien lainanoton lisäyksestä, mikä puolestaan heikentää vaihtotasetta. Tämä lainanoton lisäys otettiin eksogeenisena tekijänä huomioon kuntien lisärahoitus-tarveyhtälössä. Valtio osallistuu vesiensuojeluinvestointeihin rahoittamalla niitä avustuksin ja lainoin, joista pääosa tulee

¹⁾ Tämän on katsottu sisältävän myös jätevesimaksujen korotukset.

kuntien käyttöön. Mallin rahoitustarkastelun karkeuden vuoksi voitiin ottaa huomioon vain se, minkälaista painetta nämä tekijät aiheuttavat valtion menotaloudessa, miten ne lisäävät valtion pitkäaikaisen luotonoton tarvetta ja edelleen heikentävät vaihtotasetta.

5.232.3 Mallin antamat tulokset¹⁾

Vesiensuojeluinvestointien kysyntävaikutuksista voidaan todeta, että suurimmillaan ne lisäävät kokonaistuotannon määrää runsaan puoli prosenttia (taulukot 28 ja 29). Vaikutus tuonnin kasvuun on tuntuvampioitten suurimmillaan vajaan prosentin suuruusluokkaa. Kerrannaisvaikutuksineen investointien lisäyksestä menee tuontiin runsas puolet. Todellisuudessa vesiensuojeluinvestointien tuontivaikutuksen ei välttämättä pidä olla näin suuren, mikäli kyetään määrätietoisesti suosimaan kotimaista tuotantoa. Vastaavasti tuotantovaikutus olisi silloin suurempi kuin edellä.

Taulukko 28. Vesiensuojeluinvestointien vaikutukset huoltotase-eriin, milj. mk vuoden 1975 hintoihin (nettokustannusten alemman vaihtoehdon mukaan laskettuna).

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Bruttokansantuote, markkinahintaan	290	310	490	550	560	670	690
Tuonti	130	130	220	230	230	290	290
Tarjonta	420	440	710	780	790	960	980
Vienti	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Yksityinen kulutus	0	0	10	10	0	0	-20
Investoinnit	290	310	540	580	590	710	730
- yksityiset	160	180	360	400	410	520	540
- julkiset	130	130	180	180	180	190	190
Varastojen muutos ja tilastovirhe ¹⁾	130	140	170	190	210	250	270
Kysyntä ²⁾	420	440	710	780	790	960	980

1) Koska eräiden toimialojen kokonaistuotantoyhtälöihin lisättyjen kysyntätekijöiden lopputuotekysyntäryhmästä ei ollut tietoja, ilmenee niiden vaikutus huoltotaseen kysyntäpuolella varastojen muutos ja tilastovirhe -erässä. Sen sijaan tarjontapuolella niiden vaikutus kanavoituu asianmukaisesti BKT:hen ja tuontiin.

2) Pyöristysten vuoksi summat eivät täsmää.

1) Luvun on kirjoittanut valt.kand. Eeva-Liisa Kaski.

Vaikutus vientikysyntään on lievästi negatiivinen, mikä on seurausta kotimaisen kustannustason kilpailijamaita nopeammasta noususta. Viennistä on 38 % puu- ja paperiteollisuuden tuotteita, ja koska vesiensuojeluinvestointien kustannusvaikutukset lisäävät puu- ja paperiteollisuuden tuotannon hintaindeksiä vajaalla prosentilla, on vaikutus vientiä supistava. Puu- ja paperiteollisuuden ohella kokonaistuotannon hinnat nousevat 0,2 - 0,3 prosenttia kulutustavarateollisuudessa ja muussa tehdasteollisuudessa, millä on myös vaikutusta vientiin.

Kun otetaan huomioon, että yksityisen kulutuksen taso on noin 50 mrd mk, on vesiensuojeluinvestointien vaikutus yksityiseen kulutukseen miltei neutraali. Yksityisen kulutuksen hienoinen supistuminen tarkastelukauden lopulla johtuu pääasiassa hintojen nousun aiheuttamasta kotitalouksien reaalityulojen vähenemisestä ja kunnallisverotuksen lievästä kiristymisestä aiheutuvasta verasteen noususta.

Tehdasteollisuuden vesiensuojeluinvestoinnit lisäävät yksityisiä investointeja kerrannaisvaikutuksineen suurimmillaan runsaan 2,5 prosenttia ja kuntien investoinnit lisäävät julkisten investointien määrää vajaan 3 prosenttia. Vesiensuojeluinvestointien kokonaisvaikutus pääomanmuodostukseen on noin 2,5 prosentin suuruinen.

Investointien hintavaikutukset syntyvät teollisuuden ja kuntien vesiensuojeluinvestointien aiheuttamasta pääomakustannusten sekä työ- ja muiden käyttökustannusten lisäyksestä teollisuustoimialoilla sekä toimialalla sähkö-, kaasu-, vesi-, viemäri- yms. laitokset. Investointien hintavaikutusta vientiin tarkasteltiin jo edellä. Hintavaikutus eri tuotannonaloilla on tuntuvin sähkö- yms. laitoksissa, jossa kokonaistuotannon hinta nousee noin 4 prosenttia. Tälle toimialalle suuntautui noin 60 % vesiensuojeluinvestointien aiheuttamista nettokustannuksista, koska se sisältää yhdyskuntien viemärilaitokset. Investointien vaikutus bruttokansantuotteen hintaan on noin 0,1 prosentin ja yksityisen kulutuksen hintaan noin 0,2 prosentin suuruinen.

Taulukko 29. Vesiensuojeluinvestointiohjelman vaikutukset huoltotase-eriin, suhteelliset määrän muutokset (%) sekä vaikutukset yksityisen kulutuksen hintaan, vaihtotaseeseen, työvoiman kysyntään, valtiontalouden tasapainoon ja kunnallisveroäyriin hintaan (nettokustannusten alemman vaihtoehdon mukaan laskettuna).

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Bruttokansantuote							
markkinahintaan	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Tuonti	0,4	0,4	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9
Tarjonta	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
Vienti	-	-	-	-	-	-	-
Yksityinen kulutus	-	-	-	-	-	-	-
Julkinen kulutus	-	-	-	-	-	-	-
Investoinnit	1,1	1,2	2,2	2,4	2,3	2,7	2,6
- yksityiset	0,8	1,0	2,0	2,3	2,2	2,6	2,6
- julkiset	1,9	1,9	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8
Varastojen muutos ja tilastovirhe ¹⁾	2,6	4,7	4,4	4,7	4,8	5,3	6,1
Kysyntä	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
Yksityisen kulutuksen hintaindeksi (%)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Vaihtotase vuoden 1975 hintoihin, milj. mk	-150	-130	-280	-320	-360	-430	-490
Työvoiman kysyntä, 1000 henkilöä	3,5	4,0	6,0	6,5	7,0	7,5	7,5
Valtion tuloylijäämä käypiin hintoihin, milj. mk	0	20	60	60	50	70	70
Kunnallisveroäyriin hinnan korotus, penniä ²⁾	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

1) Kts. alaviite 1 taulukko 28.

2) Tähän on katsottava sisältyvän myös jätevesimaksujen korotukset.

Kansantaloudellemme on ominaista, että investointikysynnän kasvaessa tuntuva osa kysynnän lisäyksestä valuu tuontiin. Tämä ilmenee myös vesiensuojeluinvestoinneissa, sillä vaihtotaseen heikkeneminen on samaa suuruusluokkaa tarkastelukauden lopulla kuin vesiensuojeluinvestoinnit. Tämä johtuu ensinnäkin investointien kohtalaisen suuresta tuontialttiudesta ja toiseksi vesiensuojeluinvestointien rahoituksesta tehdyistä olettamuksista, joiden mukaan valtaosa tehdasteollisuuden ja

noin kolmasosa kuntien investoinneista rahoitetaan ulkomaisista lähteistä. Ulkomaisesta rahoituksesta aiheutuvat korkomenot raskaittavat siten vaihtotasetta. Kolmantena tekijänä vaihtotasevajausten kasvuun on viennin lievä supistuminen.

Laskelmien niitä tuloksia, jotka osoittavat vaikutuksen työvoiman kysyntään, on pidettävä vain suuntaa antavina. Vesiensuojeluinvestoinneista aiheutuva työvoiman kysynnän kasvu keskittyy pääasiassa rakennusaikaiseen työvoimaan.

Investointien lisätessä taloudellista aktiviteettia kansantalouden palkkasumma kasvaa, mikä lisää valtion välittömiä verotuloja. Kysynnän lisääntyessä kasvavat myös välillisistä veroista kertyvät tulot. Valtiontalouden menopuolella ovat taas ne finanssisijoitukset, jotka ohjataan vesiensuojeluinvestointien rahoitukseen. Kokonaisuutena valtiontalouden tasapaino paranee lievästi. Tätä tulosta on pidettävä kuitenkin vain suuntaa antavana, koska mallin rahoituslaskelmat ovat varsin karkeita.

Kunnallistaloudessa vesiensuojeluinvestointien rahoituksesta oletettiin, että kuntien omarahoitusosuus on noin kolmeneljäsosaa. Laskelmien mukaan tämä merkitsee noin viidesosapennin korotusta keskimääräiseen kunnallisveroäyrin hintaan.

Nettokustannusten eri vaihtoehtojen mukaisten laskelmien tulokset eivät juuri poikenneet toisistaan. Vain bruttokansantuotteen hintaindeksi kasvoi ylemmän vaihtoehdon mukaan laskien 0,1 prosenttiyksikköä enemmän.

5.323 Johtopäätöksiä ja suosituksia

Ihanteellisen vesiensuojelupoliittisen vaihtoehdon valitseminen niin yleisen tavoitetaso- kuin ohjauskeinojenkin osalta vaatii tuekseen kaikkien kuhunkin ohjelmavaihtoehtoon liittyvien kustannusten ja hyötyjen vertailun. Vesiensuojelutoimet vaikuttavat suoraan ja välillisesti myös moniin kansantalouden kokonaissuureisiin, ja näiden vaikutusten seikkaperäinen selvittäminen kustannusten ja hyötyjen osana on tärkeää. Toisaalta, vaikka vesiensuojelupoliittikan toteuttaminen ei perustuisikaan kokonaisvaltaiseen edullisuusvertailuun, voidaan yleisten talouspoliittisten

tavoitteiden katsoa pitkälle määräävän, mitkä vesiensuojeluohjelman aiheuttamat muutokset kansantalouden tavoitemuuttujissa ovat ylimalkaan hyväksyttäviä.

Suomessa nykyisin realistisena pidetyn tavoitetason saavuttamiseksi tarvittavien vesiensuojelutoimien kustannusten kansantaloudellisten vaikutusten voidaan ylipäänsä odottaa olevan pieniä. KESSU-mallin avulla suoritettujen laskelmien tuloksista voidaankin havaita, että nykyisiin taloudellisiin näkymiin nähden ehkä suhteellisen rohkeankin investointiohjelmavaihtoehdon kokonaistaloudelliset vaikutukset eivät näyttäisi olevan kaavailtujen vesiensuojeluinvestointiohjelmien toteuttamisen esteenä.

Kun kustannukset kuitenkin avoimessa kansantaloudessamme keskittyvät voimakkaasti päävientialallemme massa- ja paperiteollisuuteen, voimistuvat ulkomaankaupan kautta syntyvät vaikutukset. Jotkin yksittäiset yritykset saattavat lisäksi joutua suuriinkin vaikeuksiin. Kustannuspaineen lisäksi vaikutustarkastelussa on kiinnitettävä huomiota vesiensuojelun investointiohjelman rahoitustarpeeseen. Suomessahan - niin kuin muuallakin - pääomanmuodostus vesiensuojelun tarpeisiin on viime vuosina ollut ja tulee vielä lähivuosina olemaan nettomääräisestikin voimakasta. Näin ollen poistojen osuus rahoituksessa on pieni, mikä merkitsee ulkomaisenkin rahoituksen tarvetta ja siten vaihtotaseen vajeen kasvamisuhkaa. Tosin pääomanmuodostuksen yleinen väheneminen viime aikoina on vähentänyt myös ulkomaisen rahoituksen kansantuoteosuutta, mikä näyttäisi antavan tilaa vesiensuojeluinvestoinneille. Vesiensuojeluohjelman ajoituksella saattaisi näin olla myös suhdannepoliittista merkitystä sen luodessa työpaikkoja ja lisätessä kysyntää.

Suomessa vesiensuojelukustannusten kansantaloudellisten vaikutusten tarkastelu on rajoittunut välittömien vaikutusten selvittämiseen. Jos tulevaisuudessa halutaan tietoa myös siitä, kuinka nämä vaikutukset etenevät kansantaloudessa ja mikä on vesiensuojelukustannusten kokonaisvaikutus, on ensiksikin vesiensuojelutoimien panosrakenne selvitettävä riittäväällä tarkkuudella. Tämän jälkeen on mahdollista panos-tuotusmallin avulla selvittää toimialojen keskinäisen teknillisen riippuvuuden huomioon ottava kokonaisvaikutus. Panos-tuotusmallin itseenäisen käytön lisäksi olisi syytä kehittää menetelmiä, joilla panos-

tuotostarkastelu voitaisiin liittää talouspoliittisen suunnittelun tueksi tehdyn kokonaistaloudellisen mallin käyttöön. Tällöin tulisi luonnollisimpana vaihtoehtona mieleen valtiovarainministeriön kansantalousosaston keskipitkän ajan ennuste- ja suunnittelu-mallin (KESSU) käyttökokeilujen jatkaminen.

Jo saatujen kokemusten perusteella voidaan suositella liitettäväksi valtakunnallisten pitemmän ajan vesiensuojeluohjelmien perusteluihin myös kokonaistaloudellisella mallilla tehdyt selvitykset ohjelmien kansantaloudellisista vaikutuksista.

LÄHDELUETTELO

Central Planning Bureau. 1973. The economic impact of pollution abatement: The case of water pollution by degradable organic matter. Translation of Monograph 16, Central Planning Bureau, The Hague, Netherlands. Haag.

Enckell, E. 1976. Teollisuuden jätevedet. Vesihallitus. Tiedotus 108. Helsinki.

Enckell, E. 1977. Teollisuuden vesitilasto 1973-1974. Vesihallitus. Tiedotus 131. Helsinki.

Evans, M.K. 1973. A Forecasting Model Applied to Pollution Control Costs. Julkaisussa American Economic Review 1973:2.

Favorin, H. 1978. Vesiensuojelun kokonaiskustannukset ja niiden arvioiminen. Vesihallitus. Tiedotus 145. Helsinki.

Fazio, A.G. ja Lo Cascio, M. 1972. Evaluation of the Economic Effects of Anti-Pollution Public Policy: Proposal for an Econometric Analysis Model. Teoksessa OECD: Problems of Environmental Economics. Pariisi 1972.

- Førsund, F.R. ja Strøm, S. 1974. Spillprodukter i den norske økonomien. En makroøkonomisk analyse. Memorandum fra Sosialøkonomisk Institutt. 21. juni 1974. Oslo.
- Førsund, F.R. ja Tveitereid, S. 1977. Pris- og inntektsfordelingsvirkninger av miljøverninvesteringer i norsk bergverk og industri. Statistisk Sentralbyrå, Artikler 93. Oslo.
- den Hartog, H. ja Houweling, A. 1974. Pollution, Pollution Abatement and the Economic Structure: Empirical Results of Input-Output Computations for the Netherlands. Haag. Moniste.
- Hjerppe, R. ja Niitamo, O.E. 1971. Uuden SNA:n mukaisen kansantalouden tilinpidon perusrakenne. Tilastokeskus, Tutkimuksia n:o 15. Helsinki.
- Hueting, R. 1975. Environmental deterioration, economic growth and national income. Netherlands Central Bureau of Statistics. Voorburg.
- Jokela, A. 1977. Taloudelliset mahdollisuudet yhdyskuntien jätevesikuormituksen alentamiseen. Esitelmä vesihallituksen koulutuspäivillä 10.-12.10.1977.
- Kaski, E.-L. 1978. Vesiensuojeluinvestointien kokonaistaloudelliset vaikutukset. Moniste 9.3.1978.
- Kohn, R. 1975. Input-Output Analysis and Air Pollution Control. Teoksessa Mills, E.S. (toim.): Economic Analysis of Environmental Problems. New York.
- Komiteanmietintö 1975:60. Vuoden 1975 vesiensuojelutoimikunnan mietintö. Helsinki.
- Laihonen, A. 1972. Ympäristötilastollisen tietojärjestelmän kehikko. Tilastokeskus, Tutkimuksia n:o 20. Helsinki.
- Leontief, W. 1970. Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach. Julkaisussa Review of Economics and Statistics. Vol. L II, n:o 3.

Leontief, W. ja Ford, D. 1972. Air pollution and the economic structure: empirical results of input-output computations. Teoksessa Brody, A. ja Carter, A.P. (toim.): Input-Output Techniques. North-Holland, Amsterdam-Lontoo.

Lo Cascio, M. 1974. Anti-pollution policy: The effects on costs and prices in Italy. Sixth international conference on input-output techniques. Wien 22.-26.4.1974. Moniste.

Muhonen, J. 1977. Suomen oloihin soveltuva jätevesien päästömaksukaava. Maksuperusteiden alustavaa tarkastelua. Vesihallitus. Moniste.

Niitamo, O.E. 1970. SNA:n rakenteeseen liittyvistä ongelmista ja puutteista. Kansantaloudellinen Aikakauskirja 1970:3.

O'Connor, R. ja Henry, E.W. 1975. Input-output analysis and its applications. Lontoo.

OECD. 1971. Environment and growth in national accounts (working document). OECD Economics and Statistics Department DES/NI/70.3 (Rev.). Pariisi 22.4.1971. Moniste, rajoitettu jakelu.

OECD. 1972. Problems of Environmental Economics. Pariisi.

OECD. 1973. Methods for Evaluating the Impact of Pollution Control Policy on Prices and Exports. A Preliminary note by A. Majocchi. PCC/AEU/ENV/73.3. Pariisi 3.12.1973. Moniste, rajoitettu jakelu.

OECD. 1974a. Economic Implications of Pollution Control. A General Assessment. OECD Studies in Resource Allocation. Pariisi.

OECD. 1974b. Macro-economic Implications of Environmental Policies: the Japanese Experience. AEU/ENV/74.11. Pariisi 11.12.1974. Moniste, rajoitettu jakelu.

- OECD. 1975a. The Polluter Pays Principle. Definition, analysis, implementation. Pariisi 1975.
- OECD. 1975b. The Economic Impact of Pollution Control Measures in the Netherlands. AEU/ENV/75.11. Pariisi 21.11.1975. Moniste, rajoitettu jakelu.
- OECD. 1975c. Pollution Control Measures to 1980 - An Economic and Financial Analysis for Italy. AEU/ENV/75.7. Pariisi 27.10.1975. Moniste, rajoitettu jakelu.
- OECD. 1975d. The Economic Impact of Pollution Control: A Macro-economic and Industry Study for the United States. AEU/ENV/75.6. Pariisi 8.9.1975. Moniste, rajoitettu jakelu.
- OECD. 1976. Macro-economic Evaluation of Environmental Programmes. ENV/ECO/76.2. Pariisi 5.4.1976. Moniste, rajoitettu jakelu.
- Palo, V. 1976. Yhdyskuntien vesihuoltorakentamisen tuontipanos. Vesi-hallitus. Muistio 14.5.1976.
- Peskin, H.M. 1972. National accounting and the environment. Artikler fra Statistisk Sentralbyrå, nr 50. Oslo.
- Pulliainen, K. 1972. Taloudellisen kasvun ekologinen kritiikki. Kansan-taloudellinen Aikakauskirja 1972:2.
- Ruonala, S. 1977. Teollisuuden vesiensuojelutoimenpiteiden kustannuk-set suhteessa kuormituksen alenemaan. Esitelmä vesihallituksen koulutuspäivillä 12.10.1977.
- Teollisuustilasto 1975. Suomen virallinen tilasto XVIII A:96. Helsin-ki 1977.
- Tilastollinen päätoimisto. 1969. Panos-tuotostutkimus Suomen talous-elämästä vuodelta 1965. Tilastotiedotus Kt 1969:3. Helsinki.

United Nations. 1968. A System of National Accounts. Statistical Office of the United Nations, Studies in Methods, Series F, No. 2, Rev. 3. New York.

Vesihallitus. 1974. Vesiensuojelun periaatteet vuoteen 1985. Vesihallituksen julkaisuja 8. Helsinki.

Vesihallitus. 1976a. Vesihuoltolaitokset 31.12.1975. Tiedotus 119. Helsinki.

Vesihallitus. 1976b. Vesiensuojelun periaatteiden soveltamisesta. Vesihallituksen julkaisuja 16. Helsinki.

Vesihallitus. 1977. Vesihuoltolaitokset 31.12.1976. Tiedotus 134. Helsinki.

KANSANTALouden ENNUSTAMIS- JA SUUNNITTELUSYSTEMI "KESSU"¹⁾

Valtiovarainministeriön kokonaistaloudellinen malli KESSU on kehitetty kansantalouden ja valtiontalouden keskipitkän ajan suunnittelun tarpeisiin. Mallin avulla voidaan arvioida vaihtoehtoisia talouspoliittisten toimenpidelinjojen vaikutuksia. Vaikka kehitys arvioidaan vuosittain, ei malli ole suhdannevaihteluja tarkasti analysoiva kehikko, vaan tarkastelun pääpaino on keskipitkän ajan eli noin viiden vuoden kehitystrendeissä.

Taloudellinen kehitys määräytyy mallissa kansantalouden kysyntätekijöiden, ts. viennin, kulutuksen ja investointien pohjalta. Mallin keskeisenä runkona on 14 toimialan panostuotostaulukko. Laskentakehikkona KESSU on suhteellisen suuri; se sisältää noin 350 yhtälöä ja 550 muuttujaa ja on siten huomattavasti laajempi kuin muut Suomessa rakennetut kokonaistaloudelliset mallit. Mallissa kansantalous on jaettu 14 toimialaan²⁾, minkä lisäksi yksityistä kulutusta ja ulkomaankauppaa käsitellään myös hyödykeryhmittäin. Tulojen muodostuksen ja tulojen käytön tarkastelussa kansantalous on jaettu viiteen taloudenpitäjä- eli institutionaaliin: valtio, kansaneläkelaitos, kunnat, yritykset ja kotitaloudet.

KESSUn avulla voidaan arvioida kansantalouden kehitys viideksi vuodeksi eteenpäin, kun on tehty olettamukset ja arviot mallin ulkoisten tekijöiden kehityksestä (eksogeeniset muuttujat) vastaavalla aikavälillä. Näitä erikseen arvioitavia tekijöitä mallissa on noin 200, ja niiden perusteella malli arvioi 350 taloudellisen muuttujan (endogeenisen muuttujan) kehityksen. Kuviossa 1 on ryhmitelty eksogeeniset tekijät sen mukaan, missä mallin yhtälöissä ko. tekijöitä käytetään.

1) Liitteen on kirjoittanut valt.kand. Eeva-Liisa Kaski.

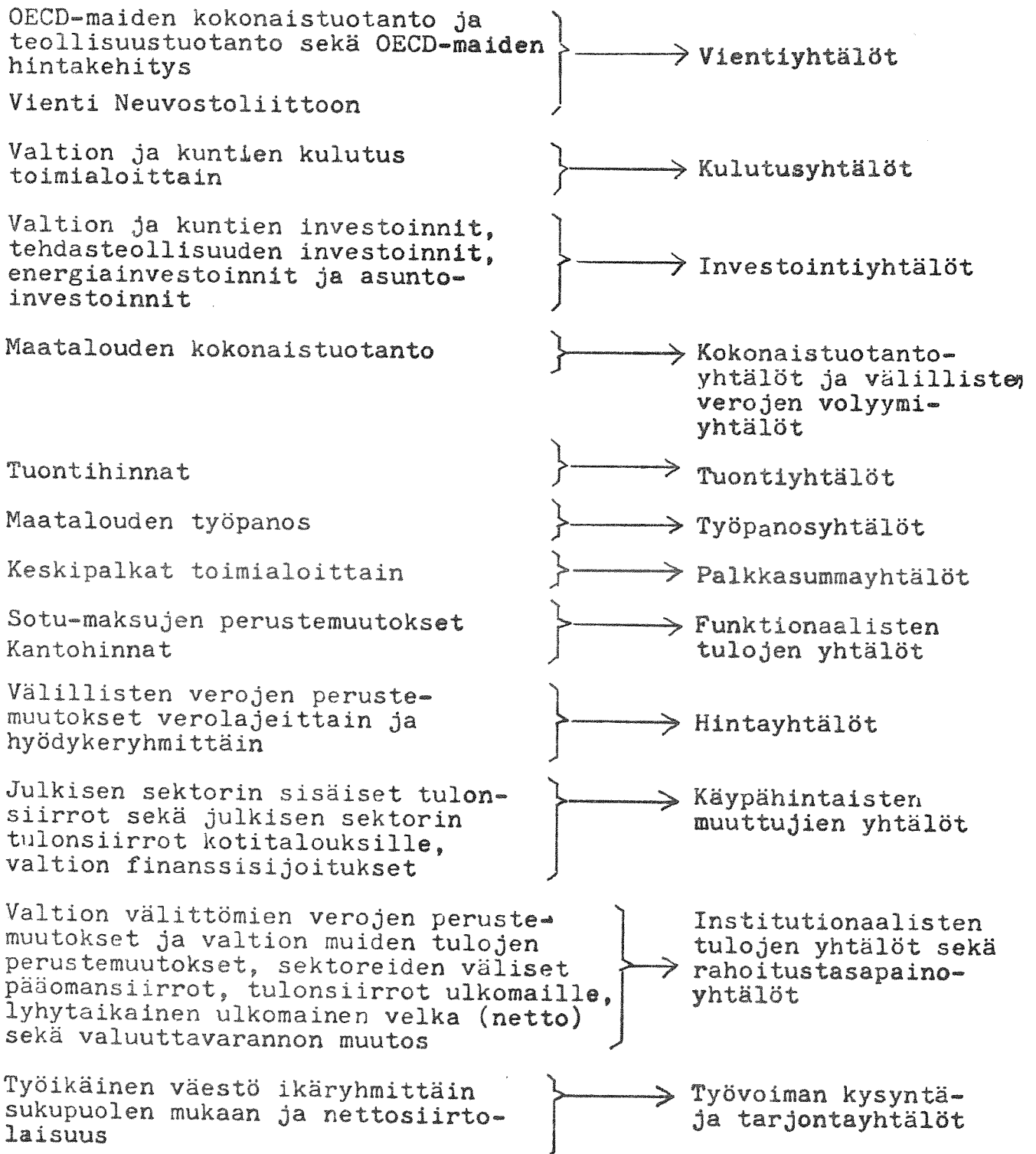
2) Toimialat ovat: maatalous, metsästys ja kalastus; metsätalous; kulutustavatehdasteollisuus; puu- ja paperiteollisuus; metalli- ja kaivannaisteollisuus; muu tehdasteollisuus; talonrakennustoiminta; maa- ja vesirakennustoiminta; sähköyms. laitokset; kauppa, pankit ja vakuutuslaitokset; liikenne; julkiset palvelukset; asuntojen omistus sekä yksityiset palvelukset.

Kuvio 1

MALLIN TÄRKEIMMÄT LÄHTÖTIEDOT (EKSOGEEENISET TEKIJÄT)¹

MUUTTUJARYHMÄ

LOHKO

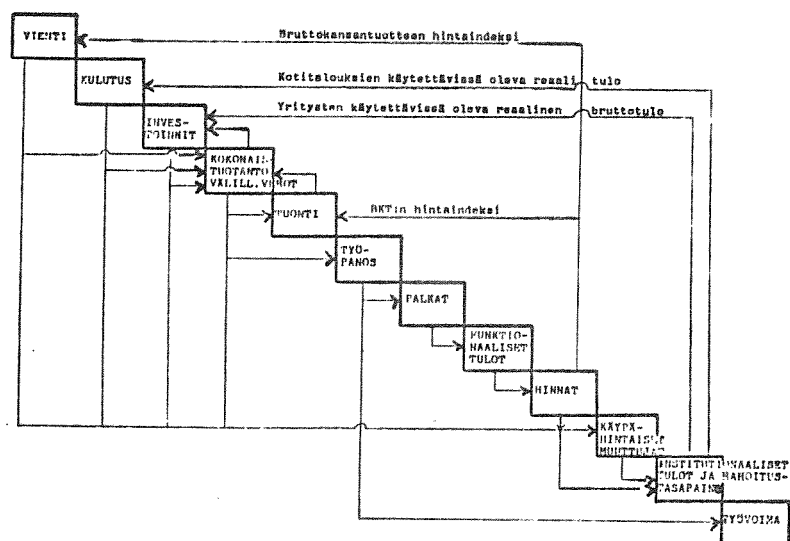


1) Arvioidaan yleensä volyymisuureina, hintakehitys saadaan mallista.

Eksogeenisia tekijöitä ovat kansantalouden ulkopuoliset tekijät, talouspolitiikalla välittömästi säädeltävät tekijät, sitovasti päätetyt investointi- ym. hankkeet, muusta kansantalouden kehityksestä verrattain riippumattomat taloudelliset tekijät sekä sellaiset tekijät, joiden kehityksen riippuvuuksia muista tekijöistä ei ole pystytty riittävästi selvittämään. Tärkeitä ovat varsinkin talouspolitiikan keinomuuttujat, koska niitä vaihtelemalla voidaan arvioida politiikan muutosten vaikutuksia. Tähän ryhmään luettavat tekijät ovat hyvin harkinnanvaraisia. Keskipitkän ajan suunnittelussa on yleensä katsottu, että valtion menotalouden ohella myös kuntien menotalouden kehitys on eksogeeninen, jotta mallin avulla voitaisiin arvioida näiden vaihtoehtoisten kehitysurien seurauksia. Samasta syystä tulopolitiikan kehityslinjat ovat eksogeenisia tekijöitä.

Kansantalouden toimintaa kuvaava malli koostuu joukosta matemaattisia yhtälöitä, joissa on täsmennetty eri taloudellisten tekijöiden välinen riippuvuuksien verkko. Mallissa on määriteltävä paitsi se, mitkä eri muuttujat riippuvat toisistaan, myös yhtälöiden muoto sekä riippuvuuksien voimakkuutta kuvaavien kertoimien arvo.

Kuviossa 2 on esitetty mallin endogeenisten eli yhtälöillä ratkaistavien muuttujaryhmien rakenne. Mallin yhtälöt on ryhmitelty lohkoiksi yhtälöiden keskinäisen riippuvuusketjun mukaan. Kuvioon on lisäksi merkitty tärkeimmät mallin sisäiset palautteet. Mallissa on 12 taloudellista lohkoa. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti eri lohkojen sisältöä.



Kuvio 2. KESSUn lohkorakenne.

Viennin tarkastelu jakautuu mallissa yhtäältä tavaroiden ja toisaalta palvelusten vientiin. Tavaravientiä tutkitaan hyödykeryhmittäin, joita on viisi: kulutustavara-, puu-, paperi-, metalli- ja muun tehdasteollisuuden tuotteet. Tavaravienti jaetaan lisäksi markkina-alueittain siten, että vienti markkinatalousmaihin on mallissa endogeeninen eli näitä tavararyhmiä varten on mallissa kysyntäyhtälöt. Sen sijaan vienti SEV-maihin, josta Neuvostoliiton osuus on noin 85 %, on mallissa eksogeeninen. Sen kehitys pyritään arvioimaan tehtyjen sopimusten pohjalta. Markkinatalousmaiden tavaraviennin kehitykseen vaikuttavat kysyntäkehitys tärkeimmissä vientimaissamme ja vientituotantomme hintakilpailukyky.

Palvelusten viennistä on kuljetuspalveluksille käyttäytymisyhtälö. Kuljetuspalvelusten kehitys riippuu ulkomaisesta tavarakaupasta. Matkailun ja muiden palvelusten vienti ovat mallissa eksogeenisia. Koska vienti on yksi kysyntäerä kokonaistuotantoyhtälöissä, on tavaroiden ja palvelusten vienti muunnettava vielä tuottavan toimialan mukaiseksi vienniksi.

Kulutuksessa sekä valtion että kuntien kulutus on eksogeeninen, koska nämä kysyntäerät ovat keskipitkällä aikavälillä jonkinasteisia talouspoliittisia keinoja. Valtion kulutuksen kehitysarviot saadaan valtiontalouden viisivuotissuunnitteluaineistosta. Kuntien kulutuksen kehitys perustuu kunnallistaloudesta tehtyihin kehitysarvioihin.

Yksityisen kulutuksen kokonaiskehityksen arvioimiseksi on mallissa käyttäytymisyhtälö, jonka mukaan yksityisen kulutuksen määrän kehitys riippuu kotitalouksien käytettävissä olevien reaalitulojen kehityksestä, mutta yhtälössä pyritään ottamaan huomioon myös kotitalouksien säästämisasteen kehitys. Yksityinen kulutus arvioidaan myös hyödykeryhmittäin, joita on 20. Kunkin hyödykeryhmän yksityisen kulutuksen määrän kehitys riippuu kotitalouksien käytettävissä olevien reaalitulojen kehityksestä tietyn, pääasiassa aikasarja-analyysillä estimoidun tulojouston mukaan. Näin saadaan kuva yksityisen kulutuksen rakennemuutoksista. Kokonaistuotantoyhtälöitä varten yksityinen kulutus muunnetaan vielä tuottavan toimialan mukaiseksi yksityiseksi kulu-
tukseksi.

Investointien käsittelytapa vaihtelee mallissa riippuen käytettävissä olevasta ulkoisesta tiedosta sekä talouspoliittisesta ongelmanasettelusta. Selväpiirteisiä ovat valtion ja kuntien investoinnit, koska ne keskipitkän aikavälin ongelmanasetteluissa ovat yleensä talouspoliittisen keinon asemassa ja ovat siten eksogeenisiä muuttujia. Valtion ja kuntien investointien kehitystä koskevat tiedot saadaan samoista lähteistä kuin julkisen kulutuksenkin.

Yksityisistä investoinneista ne, jotka pyritään toteuttamaan tiettyjen suunnitelmien mukaisesti lyhyen ajan taloudellisista vaihteluista riippumatta, ovat eksogeenisiä. Näitä investointeja voivat olla mm. energiainvestoinnit, eräät raskaan teollisuuden investoinnit sekä metsätalouden investoinnit. Yksityisistä investoinneista voivat esimerkiksi tehdasteollisuuden investoinnit ja asuntoinvestoinnit olla eksogeenisiä sen vuoksi, että halutaan arvioida, mitä niille asetetut tavoitteet merkitsevät koko kansantalouden kehitykselle.

Yksityisten investointien toimialoittaisia yhtälöitä varten on selvitetty niiden yhteyksiä muuhun taloudelliseen kehitykseen ja erityisesti talouspolitiikan vaikutusmahdollisuuksia niihin. Tarvatuotantoaloilla yksityisten investointien kehitys riippuu mm. rahoitus- ja kannattavuustekijöistä. Mallin käyttötilanteesta riippuu, käytetäänkö näitä yhteyksiä vai ovatko ao. investoinnit eksogeenisiä. Jakelu- ja palvelutoimialoilla yksityisten investointien kehitys on arvioitu kapasiteettitarvetta osoittavan tuotannon kasvun perusteella.

Kokonaistuotantoyhtälöitä varten investoinnit muunnetaan vielä tuottavan toimialan mukaiseksi investointihyödykkeiden tuotannoksi. Tällöin otetaan huomioon myös investointien jakautuminen erityyppisiin pääomatavaroihin kuten talorakennuksiin, maa- ja vesirakennuksiin sekä koneisiin ja laitteisiin.

Kokonaistuotanto arvioidaan toimialoittaisten panos-tuotos-yhtälöiden avulla. Teknillisten panoskertoimien muodostamiseksi tuontipanokset on lisätty vastaaviin kotimaisiin panoksiin. Koko-

naistuotantoyhtälöissä tarvittavat lopputuotekysyntäerät saadaan edellä käsitellyistä kysyntälohkoista. Panoskertoimet perustuvat kansantalouden tilinpidon tiedoilla ajantasaistettuun panos-tuotostaulukoon.¹⁾ Kokonaistuotannon perusteella määräytyy kunkin toimialan bruttokansantuote-erän määrän kehitys.

Tässä lohkossa arvioidaan myös välillisten verojen verolajeittainen ja tukipalkkioiden määrän kehitys, koska välilliset verot kertyvät ja toisaalta tukipalkkiot maksetaan tuotantoprosessin ja lopputuotekysynnän eri vaiheista. Mallissa välilliset verot on luokiteltu seuraavasti: liikevaihtovero, tullit ja tuonnintasausvero sekä muut hyödykeverot.

Tuonnin tarkastelu jakautuu kuten vienninkin yhtäältä tavaroihin ja toisaalta palveluksiin. Tavaroiden tuonti on luokiteltu ristikkäin käyttötarkoituksen ja tuottavan toimialan mukaan. Käyttötarkoitukseluokkia on kolme: raaka-aineet, kulutustavarat ja investointitavarat. Näiden lisäksi on polttoaineiden ja henkilöautojen tuonti erotettu omiksi ryhmikseen. Tietyltä toimialalta peräisin olevan hyödykeryhmän tuonti arvioidaan osuutena ao. hyödykeryhmän kotimaisesta kysynnästä. Lisäksi kiinnitetään huomiota siihen, miten ao. osuudet muuttuvat suomalaisen tuotannon hintakilpailukyvyn tai kotimaisen tuotannon kapasiteetin kehityksen mukaan.

Palvelusten tuonnista on käyttäytymisyhtälöt kuljetuspalvelusten ja matkailupalvelusten tuonnille. Edellisten määrän kehitys riippuu ulkomaisesta tavarakaupasta. Matkailupalvelusten tuonti riippuu kotitalouksien käytettävissä olevan reaalitulon kehityksestä sekä tuotannon hintakilpailuvyvästä. Muut palvelustaseen erät ovat eksogeenisia. Yhdistämällä alkuperätoimialan mukaan tavarat ja palvelukset saadaan toimialoittaiset tuonnin arviot.

Työpanoksen toimialoittainen kehitys arvioidaan ensi sijassa eri toimialojen tuotannon ja eksogeenisen tuottavuusolettamuksen perusteella.

1) Tilastokeskuksessa muodostetaan vuosittain KESSU-mallia varten vuoden 1970 panos-tuotostutkimuksen pohjalta mahdollisimman tuore 14 toimialan panos-tuotostaulukko. Vuonna 1978 käytössä on ao. taulukko vuodelta 1976.

Palkkasumma arvioidaan toimialoittain palkansaajien työpanoksen ja eksogeenisen keskipalkka-arvion tulona. Palkansaajien työpanos saadaan yksinkertaisella suhteella toimialan kokonaistyöpanoksesta. Keskipalkkojen muutos on eksogeeninen, koska halutaan nähdä erityyppisten tulopoliittisten sopimusten vaikutus taloudelliseen kehitykseen.

Funktionaalisista tuloista työnantajan sosiaaliturvamaksut määräytyvät maksuperusteiden ja toimialoittaisten palkkasummaerien pohjalta. Maatalouden yksityisten elinkeinonharjoittajien tulot (yeh-tulo) määräytyvät yksityisten elinkeinonharjoittajien työpanoksen ja keskiansion tulona. Metsätalouden yeh-tulon kehitys riippuu metsätalouden tuotannon määrän ja kantohintojen kehityksestä. Muiden toimialojen yeh-tulojen katsotaan kehittyvän samaan tapaan kuin ko. toimialan palkkasumma. Pääomatulojen suuruus määräytyy eri tavoin riippuen siitä, kilpaileeko toimiala ulkomaisen tuotannon kanssa vai ei. Teollisuuden toimialoilla pääomatulojen kehitys riippuu palkkojen ja kapasiteetin käyttöasteen lisäksi kansainvälisestä hintatasosta. Muilla toimialoilla pääomatulojen kehitys riippuu pääasiassa kotimaisista tekijöistä. Toimialoittaisten pääomatuloarvioiden pohjalta määräytyvät kansantuloeristä vuokrat, korot ja poistot. Yhteisöjen bruttovoitto on jäännöserä, kun kansantalouden pääomatuloista vähennetään vuokrat, korot ja poistot. Bruttokansantuote käypiin hintoihin saadaan laskemalla yhteen palkat, työnantajien sosiaaliturvamaksut, yksityisten elinkeinonharjoittajien tulot, vuokrat, korot, poistot ja yhteisöjen bruttovoitto. Bruttokansantuotteen hintaindeksi saadaan jakamalla käypä hintainen bruttokansantuote-erä tuotantolohkossa arvioidulla bruttokansantuotteen määrällä.

Hintojen arviointi perustuu panos-tuotos hintamalliin. Toimialoittaiset kokonaistuotannon hinnat määräytyvät pääasiassa eri tekijöistä aiheutuvan kustannuspaineen perusteella. Teollisuustoimialojen hintatason kehitykseen vaikuttaa myös ulkomainen hintataso epäsuorasti pääomatulojen kehityksen kautta. Välillisten verojen hintayhtälöillä otetaan mallissa huomioon erilaiset em. verojen perustemuutokset tuotantolohkon volyyymiyhtälöiden kuvattaessa taas näiden verojen kohtaantoa. Välillisten verojen hinta-

yhtälöt on muodostettu toisaalta hyödykeryhmittäin ja toisaalta verolajeittain. Hyödykeryhmät ovat raaka-aineet, kulutustavarat ja investointitavarat ja verolajit ovat liikevaihtovero, tullit ja tuonnin tasausvero sekä muut hyödykeverot.

Liikevaihtoveron, tullien ja tuonnin tasausveron perustemuutosten ohella mallissa voidaan ottaa huomioon alkoholin, tupakan, nestemäisten polttoaineiden sekä muiden valmisteverojen perustemuutokset. Eri toimialojen hintakehitystä yhteenpainottamalla ja ottamalla huomioon vastaavien tuontihintojen muutos sekä välillisten verojen ja tukipalkkioiden vaikutus, saadaan yksityisen, valtion ja kuntien kulutuksen sekä yksityisten ja julkisten investointien hintakehitys. Mallin hintakäsittely on siten kustannuspainepohjainen. Tuonnin ja viennin hintakehitys saadaan painottamalla yhteen eksogeeniset eri hyödykeryhmien tuonnin ja viennin hinta-arviot.

Käypähintaiset kokonaiskysyntäerät, tarjontaeristä tuonti, välilliset verot ja tukipalkkiot sekä eräät keskeiset julkisen sektorin sisäiset ja yksityisen ja julkisen sektorin väliset tulonsiirtoerät muodostetaan edellä arvioitujen volyyymisuureiden ja hinta-arvioiden tulona.

Institutionaalisten tulojen ja rahoituksen kehitystä selvitettäessä tarkastellaan valtion, kansaneläkelaitoksen, kuntien, yritysten ja kotitalouksien tulojen muodostusta, käytettävissä olevia tuloja ja säästämistä.

Valtion ja kuntien saamat välittömät verot arvioidaan kotitalouksien ja yritysten veronalaisten tulojen sekä oletettujen veroperusteiden pohjalta. Kansaneläkelaitoksen tuloista muodostaa valtaosan työnantajan sosiaaliturvamaksut, jotka määräytyivät funktionaalisten tulojen lohkossa. Kun otetaan huomioon keskinäiset sekä muulle kansantaloudelle ja ulkomaille maksetut tulonsiirrot sekä eräät muuterät, päästään näiden sektoreiden käytettävissä oleviin tuloihin. Yritysten käytettävissä oleva bruttotulo saadaan, kun bruttovoitosta ja poistoista vähennetään yhteisöjen välittömät verot sekä muille sektoreille maksetut osingot. Yksityisten investointien hintaindeksillä yritysten käytettävissä oleva bruttotulo muunnetaan reaaliseksi.

Kotitalouksien käytettävissä oleva tulo saadaan jäännöseränä. Yksityisen kulutuksen hintaindeksillä kotitalouksien käytettävissä oleva tulo muunnetaan reaaliseksi.

Eri sektoreiden rahoitustasapainon tarkastelu on suhteellisen eriytynyttä. Kunkin sektorin käytettävissä olevista tuloista vähennetään asianomaiset menot ja otetaan muut tarpeelliset tekijät huomioon, jolloin päädytään niiden rahoitusjäämiin. Vaihtotaseen yli/alijäämä muodostuu eri sektoreiden rahoitusjäämistä. Talouspolitiikan kannalta hyvin keskeisiä tekijöitä ovat mm. ulkomaisen pitkäaikaisen sekä valtion pitkäaikaisen luotonottotarpeen kehitys.

Työvoiman määrä toimialoittain arvioidaan niiden käyttämän työpanoksen perusteella. Työikäisen väestön kehityksen määräävät väestörakenne ja muuttoliike ulkomaille. Työvoiman tarjontaan vaikuttavat paitsi työikäisen väestön määrä ja rakenne sekä eri väestöryhmien työvoimaosuudet myös työvoiman kysyntä. Työvoiman kysynnän ja tarjonnan erotuksena saadaan arvio työllisyystasapainon kehityksestä.